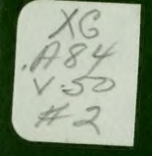


ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

Volumen 50 Número 2 1993

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y OCEANOGRAFICAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CHILE

DIRECTOR DE LA REVISTA
Andrés O. Angulo

REEMPLAZANTE DEL DIRECTOR
Oscar Matthei J.

DIRECTOR IMPRESION
Jorge N. Artigas

REPRESENTANTE LEGAL
Augusto Parra Muñoz

PROPIETARIO
Universidad de Concepción

DOMICILIO LEGAL
Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile

EDITOR EJECUTIVO GAYANA BOTANICA
Mariela González S.

Indexada en Kew Records (Kew Garden, London); Kew-Index: Bulletin of the Torrey Botanical Club (U.S.A.); Biologi Abstracts (BIOSIS); Ulrik's International Periodicals Directory; Botanico-Periodicum-Huntianum.

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

Volumen 50 Número 2 1993

CONTENTS

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

Volumen 50 Número 2 1993

CONTENIDO / CONTENTS

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

"Los infinitos seres naturales no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos".

CLAUDIO GAY, Hist. de Chile, 1:14 (1847)

Portada:

ARISTOTELIA CHILENSIS, árbol subantártico introducido en Juan Fernández, donde se comporta como maleza (R. Rodríguez *et al,* Flora Arbórea de Chile pág. 70).

ESTA REVISTA SE TERMINO DE IMPRIMIR
EN DICIEMBRE 1993
EN LOS TALLERES DE
IMPRESOS ANDALIEN,
ROZAS 1591, CONCEPCION, CHILE.
LA QUE SOLO ACTUA COMO IMPRESORA
PARA EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Gayana Bot. 50 (2): 51-55. 1993 ISSN 0016-5301

EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA PRODUCCION DE FRUTOS EN *PUYA BERTEROANA* MEZ (BROMELIACEAE)

TEMPERATURE EFFECT ON THE FRUIT PRODUCTION IN PUYA BERTEROANA *MEZ (BROMELIACEAE)*

José G. García-Franco*, Claudia Ortiz C.** y Mary T. Kalin Arroyo**

RESUMEN

Se analizó el efecto de la temperatura sobre la reproducción de *Puya berteroana* Mez (Bromeliaceae) en el Cerro Sta. Inés, Chile (32° 10' S, 71° 30' W, 80 ms.n.m.) durante el período reproductivo de 1991. La densidad de la población fue de 0,07/m^2 (grupos de plantas/m^2) y la de los grupos reproductivos fue de 0,01/m^2. Aunque no todas las inflorescencias formaron frutos, la eficiencia reproductiva de la bromelia fue alta en este período (cociente fruto/flor 0,59). La temperatura del aire en los lados expuestos y no expuestos de la inflorescencia fue significativamente diferente ($p < 0,05$), mientras que la temperatura del interior de las flores y el número de frutos producidos no fueron diferentes ($p > 0,05$); la pubescencia de las brácteas florales podría ayudar a mantener estable la temperatura floral. Las diferencias tal vez puedan expresarse en el número de semillas por fruto, en la viabilidad de éstas y en la sobrevivencia de las plántulas. Las flores son visitadas por colibríes, moscas y mariposas. Los cambios de temperatura y del viento a través del día no afectan el comportamiento del patrón de visitas de los colibríes (principalmente por las mañanas y en las tardes). Las fluctuaciones diarias y estacionales de los factores climáticos (temperatura y viento) pueden afectar diferencialmente las oportunidades reproductivas de las flores en una inflorescencia y entre individuos de la población.

PALABRAS CLAVES: *Puya berteroana*, producción de frutos, efecto de la temperatura.

*Instituto de Ecología, A.C., Apartado Postal 63, Xalapa, Veracruz 91000, México.

**Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, Casilla 653, Santiago, Chile.

ABSTRACT

We studied the effect of temperature on the reproduction of *Puya berteroana* Mez (Bromeliaceae) in the Cerro Sta. Inés, Chile (32° 10' S, 71° 30' W; elevation 80 m) throughout the 1991 reproductive season. Population density was 0,07/m^2 (groups of plants/m^2) and density of reproductive groups was 0,01/m^2. Although not all inflorescences develop fruits, the reproductive efficiency of the bromeliad was high in this period (fruit/flower ratio 0,59). Air temperature at exposed and not exposed sides of the inflorescences was significantly different ($p < 0,05$), while flower temperature and fruit number were not different ($p > 0,05$); pubescence on the floral bracts could help to maintain floral temperature. However, differences maybe expressed as seed number by fruit, seed viability and seedling survival. Flowers were visited by hummingbirds, flies and butterflies. Wheather changes do not affect the behaviour and visitation pattern of the hummingbirds (especially early in the morning and afternoon). Daily and seasonal wheather fluctuations (temperature and wind) can differentially affect the reproductive opportunity of flowers in an inflorescence, and between individuals in the population .

KEYWORDS: *Puya berteroana*, fruits production, temperature effect.

INTRODUCCION

Las condiciones ambientales pueden influir significativamente en los sistemas reproductivos de las plantas a diferentes escalas en el tiempo y en el espacio (Corbet, 1990). La temperatura, particularmente, puede afectar la reproducción de las plantas, modificando la tasa de secreción de néctar, la tasa de evaporación del agua en el néctar (concentrando los azúcares) y la actividad de los polinizadores (Corbet, 1990). La temperatura puede modificarse en las cordilleras con el incremento en altitud, disminuyendo 6 °C cada 200 m (Arroyo *et al.* 1982), y también está inversamente relacionada con la intensidad del viento (como en las zonas costeras). El efecto conjunto de la temperatura y el viento podría modificar el movimiento del polen, bajar la temperatura del néctar, tener un efecto secante en éste último (aumentando la concentración de los azúcares), disminuir o afectar la actividad de los visitantes voladores (polinizadores) y, por lo tanto, influir en el éxito reproductivo de las plantas (en términos de frutos producidos). Algunas especies de *Puya* (Bromeliaceae) que habitan en sistemas tropicales alpinos (Miller y Silander, 1991), presentan diferentes grados de pubescencia floral que actúa como aislante y les permite mantener elevada la temperatura de las flores para lograr éxito durante el período reproductivo (Miller, 1986); sin embargo, no se conoce nada sobre el efecto de la temperatura (y/o viento) en especies de zonas costeras. Nosotros analizamos el efecto de la temperatura, producida por la distinta orientación al viento, en la reproducción de *Puya berteroana* Mez (Bromeliaceae) en el Cerro Sta. Inés, Chile (32° 10' S, 71° 30' W, 80 ms.n.m.). Particularmente estudiamos la eficiencia reproductiva de la población y la influencia de la temperatura del aire y del interior de las flores en el lado expuesto y en el lado protegido de la inflorescencia, en la producción de frutos.

MATERIALES Y METODOS

Puya berteroana es una planta originaria de Chile que forma una roseta apretada con hojas lineares, fuertemente armadas con espinas, tallo floral de 2 a 5 m de alto y flores suberectas de 5 a 7 cm de longitud dispuestas en espigas compuestas bipinnadas pubescentes (Smith y Downs, 1974). Las flores son hermafroditas y maduran paulatinamente de la base al ápice de la inflorescencia y en cada una de las ramas florales, tienen una vida de aproximadamente 5 días y comienzan el desarrollo de los frutos inmediatamente después de ser fecundadas; cuando no son fecundadas, se pueden apreciar en las ramas restos de pétalos y las brácteas florales (obs. pers.). Como otras bromelias de los sistemas tropicales alpinos (Miller, 1986; Augspurger, 1985), es una especie de lento desarrollo y larga vida, con crecimiento clonal y muerte del ramet al término de la reproducción sexual, formando racimos o grupos de rosetas, por lo que se podría considerar con estrategia de vida semélpara (Young y Augspurger, 1991). Se distribuye abundantemente en laderas asoleadas de los cerros en las provincias centrales de Chile y florece de octubre a noviembre (Hoffmann, 1978). En la época de floración (octubre - noviembre) el viento generalmente tiene una orientación W y NW con velocidades que varían a lo largo del día (Tabla I).

El estudio se desarrolló en las laderas de exposición NW del Cerro Sta. Inés, cercano al Puerto de Pichidangui, Chile (32° 10' S, 71° 30' W, 100 ms.n.m). El clima es de estepa con nubosidad abundante (Bsn), con una temperatura promedio anual de 14°C, isotermas de octubre, noviembre y diciembre son 13°, 15° y 16°C, respectivamente (Antonioletti *et al.,* 1972) y precipitación entre 100 y 200 mm anuales (Solervicens y Elgueta, 1989). El tipo de vegetación presente es matorral costero, caracterizado por la abundancia de arbustos y hierbas mesófitas (Solervicens y Elgueta, 1989), dominado fisionómicamente por *Puya chilensis* Mol. *P. berteroana* Mez (Bromeliaceae), *Eupatorium salvia* Colla y *Baccharis concava* D.C. (Compositae), *Adesmia microphylla* H. et A. (Papilionaceae) y *Trichocereus* sp. (Cactaceae). Durante el período de estudio el viento tuvo una orientación W - NW y velocidad de 17 $\pm$ 3,6 km/h ($\pm$ 1 SD, n = 16).

Los datos se tomaron del 22 al 24 de noviembre y el 4 y 5 de diciembre de 1991. Para conocer la densidad de los grupos o agregados de plantas y la proporción de grupos reproductivos se realizaron 16 transectos de 30 m x 6 m separados 10 m uno de otro (superficie total 2880 m^2). En diez agregados reproductivos se cuantificó el número de ramas por inflorescencia, el número total de flores producidas por ramas y el número

total de frutos producido. Por último, en 10 inflorescencias se cuantificaron los frutos desarrollados, en ramas del lado expuesto y ramas del lado protegido. Durante dos días, a diferente hora del día y en distinto racimo reproductivo, se obtuvieron en 15 inflorescencias las temperaturas del interior de seis flores, tres del lado expuesto (W-NW) y tres del lado protegido (S-SE), mediante un termómetro digital Digi-Sense (JKT Thermocuple, rango -190 a 1000 °C, ± 0,3 °C), utilizando una terminal tipo J para superficies. Inmediatamente después de las mediciones en el interior de las flores, se obtuvieron los datos de la temperatura del aire enfrente de ellas utilizando una terminal tipo J aire/gas (siguiendo la misma secuencia de la toma de temperatura de su interior). Al mismo tiempo, se colectaron algunos visitantes florales y se registró la presencia de otros. Las mediciones de temperatura del aire y de las flores, y las observaciones de los visitantes florales se realizaron en noviembre, los datos sobre la densidad de los racimos y del número de frutos producidos se obtuvieron en diciembre.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la zona de estudio los grupos o racimos de *P. berteroana* tienen una densidad de 0,07/m^2 (195 grupos), siendo 0,01/m^2 (37 grupos) la densidad de los racimos reproductivos (en el sitio no fueron observados individuos jóvenes o plántulas aisladas). Esto significa que el 18,97% de los agregados en la zona presentaron inflorescencia durante el período reproductivo de 1991. Se encontró 1,4 ± 0,9 (± 1 SD) inflorescencias por grupo reproductivo (n = 37). Las cifras anteriores sugieren que el número de grupos reproductivos en la población durante el período reproductivo de 1991 fue pequeño en relación al número total de racimos observado. Por ser *P. berteroana* una especie de lento crecimiento y larga vida, las rosetas de un grupo y entre grupos pueden encontrarse en diferentes estados de desarrollo en un momento determinado, por lo que no todos los racimos producirán inflorescencias en un mismo período reproductivo, pudiendo variar de una temporada a otra, la proporción de agregados reproductivos en la población y el número promedio de inflorescencias presentes en ellos.

El número promedio de ramas por inflorescencia fue de 26,0 ± 3,6 (n = 10), el número promedio de flores por rama fue de 19,4 ± 5,9 (n = 72) y el número promedio de frutos formados por rama en toda la inflorescencia fue 11,5 ± 8,8 (n = 81). Para el periodo reproductivo de 1991, el número estimado de flores por inflorescencia es de 505,18 y el de frutos de 297,96, obteniendo un cociente fruto/flor de 0,59. Los racimos de *P. berteroana* produjeron una gran cantidad de flores con una alta eficiencia reproductiva; a pesar de que se presentó un número relativamente pequeño de grupos reproductivos en la población. Sin embargo, no todas las inflorescencias desarrolladas en 1991 formaron frutos, veinte de ellas fueron observadas sin ningún fruto, algunas se encontraron parcial o totalmente dañadas y/o no completamente desarrolladas, y otras, aunque se apreciaron aparentemente normales, simplemente no formaron frutos. Las causas del desarrollo incompleto, y de la no producción de frutos en la mayoría de las inflorescencias de la población de *P. berteroana* en el Cerro Sta. Inés durante esta época reproductiva son desconocidas; aunque las inusuales condiciones climáticas presentes este año pudieron ser importantes. Sin embargo, siendo *P. berteroana* una especie hermafrodita, las plantas no formadoras de frutos pudieron haber tenido un papel relevante como donadoras de polen para la formación de frutos en otros agregados (Sutherland, 1987). Observaciones a lo largo de diferentes temporadas reproductivas permitirán conocer la constancia o variación de la relación entre el número de flores y frutos producidos y la importancia de la función masculina en la reproducción de la especie.

La temperatura promedio del aire en el lado expuesto al viento fue de 18,7 ± 1,4 °C (n = 42), mientras que en el lado protegido fue más alta 20,1 ± 1,9 °C (n = 42). El promedio de la temperatura interior de las flores del lado expuesto fué de 19,0 ± 1,4 °C (n = 42), y en las flores del lado protegido 19,7 ± 1,9 °C (n = 42). El número promedio de frutos producido en las ramas del escapo orientadas hacia el viento fue de 11,1 ± 8,4 (n = 40), mientras que en las ramas opuestas fue de 11,52 ± 9,5 (n = 42); siendo este último muy cercano al promedio general de frutos por rama. La temperatura del aire a un lado de las flores cubiertas del viento fue significativamente mayor que la del aire al costado de las flores expuestas (Mann-Whitney U; U = 3,24 $p < 0,001$; Zar, 1984). Mientras que las diferencias observadas

en la temperatura del interior de las flores así como en el número de frutos del lado de la inflorescencia hacia el viento y del lado cubierto, no son significativas (Mann-Whitney U; U = 1,47 y U = 0,11 $p > 0,05$, respectivamente) (Zar, 1984).

Aunque en el exterior de ambos lados de la inflorescencia de *P. berteroana* la temperatura es diferente, en el interior de las flores es similar. La pubescencia de las brácteas florales podría estar actuando como aislante manteniendo elevada la temperatura de las flores (como sucede con *P. hamata*, una especie del páramo, Miller, 1986). Mecanismos anatómicos y fisiológicos también pueden contribuir para evitar las fluctuaciones en la temperatura de las flores de *P. berteroana*; se ha visto que el tamaño y biomasa de las inflorescencias puede tener una gran influencia en el balance térmico de las flores (Miller, en prensa).

La temperatura del aire, en ambos lados de la inflorescencia de *P. berteroana*, no interviene en el número de frutos producidos en ellos. Sin embargo, puede influir en el número de semillas por frutos (como en *P. clava-herculis* Miller, 1986), en la viabilidad de éstas y en la sobrevivencia de las plántulas. Esto último es muy importante conocer, ya que en el Cerro de Sta. Inés no se observaron plántulas de *P. berteroana.*

Por otro lado, las condiciones ambientales durante la vida de las flores pueden influir en su éxito reproductivo. En las inflorescencias de *P. berteroana*, las flores de diferentes edades pueden ser afectadas diferencialmente en sus oportunidades de formación de frutos por fluctuaciones durante el día y entre días en la intensidad y dirección del viento así como de la temperatura (Tabla I). El seguimiento de flores individuales permitirá conocer cómo afectan estos cambios la producción de frutos.

Las flores de *P. berteroana* producen gran cantidad de néctar, acumulando un promedio de 177,4 ± 158,0 µl (n = 308) en 24 h (Ortiz, García-Franco y Arroyo, datos no publicados). En las flores de *P. berteroana* se encontraron insectos de *Perigea apameoides* Guenée (Lepidoptera, Glossata, Noctuidae, Acronyctinae), *Seioptera importants* (Diptera: Otitidae), *Diontolobus* sp. (Coleoptera: Peltidae), *Camponotus* sp. (Hymenoptera: Formicidae), numerosos individuos de varias familias de insectos (Neuroptera: Chrysopidae; Diptera: Calliphoridae, Tachinidae, Strationyidae; Coleoptera: Canthaiidae) y, en menor cantidad Aracnoídeos (Pseudoescorpionida: Arachnidae). De todos ellos sólo *S. importans* se considera que está asociada al género *Puya* (J. Solervicens, com. pers.). También fueron observados visitando las flores al colibrí *Patagona gigas* Vieillot (Trochilidae) (en tres ocasiones) y al insecto *Catnia eudesmia* Gray (Lepidoptera) (dos veces). Los colibríes son eficientes polinizadores en ambientes andinos y de páramo. Estas aves, al realizar su actividad de forrajeo principalmente por las mañanas y tardes, seguramente no son tan afectadas por las condiciones de viento, ya que en el área de estudio éste es más intenso al mediodía (Tabla I). Aunque las variaciones de las condiciones ambientales durante el día y entre días, sí pueden influir en su comportamiento de visitas a lo largo del periodo reproductivo de *P. berteroana.*

Nuestros resultados indican que a pesar del bajo número de agregados reproductivos en la temporada de floración de 1991, la eficiencia reproductiva de la población es alta. La diferencia de la temperatura del aire entre el lado expuesto al aire y el lado protegido, no se manifiesta en una variación del número de frutos en la inflorescencia de *P. berteroana*. Esto sugiere que la planta pueda tener mecanismos fisiológicos y anatómicos que le permiten mantener la temperatura en las flores con diferente exposición al viento. El patrón de visitas de los colibríes durante la mañana y tarde, les permite funcionar durante las horas del día con menos viento. Es necesario realizar estudios específicos que permitan conocer adecuadamente cómo influyen en la reproducción de *P. berteroana* (la donación de polen, la fecundación de las flores, en el número de semillas producidas por fruto y en su viabilidad, el patrón de visita de los polinizadores) las fluctuaciones diarias y estacionales de las condiciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a J. Solervicens y a A. Angulo la identificación de los insectos. A V. Rico-Gray y G. Williams la lectura crítica del manuscrito. A J.R. Gutiérrez y un revisor anónimo sus comentarios y sugerencias que permitieron mejorar notablemente el escrito. A la Red Latinoamericana de Botánica (RLB) la beca y el apoyo otorgados a JGGF para su estancia en Chile y el desarrollo del estudio.

BIBLIOGRAFIA

Antonioletti, R.R., H. Schneider S., J.L.Borcosque D. y E. Zárate. 1972. Características climáticas del Norte Chico (26° a 33° de Latitud Sur). Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales. Santiago.

Arroyo, M.T.K., R. Primack and J.J. Armesto.1982. Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of Central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. Amer. J. Bot. 69:82-97.

Augspurger,C.K.1985. Demography and life history varation of *Puya dasylirioides*, a long-lived rossette in tropical subalpine bogs. Oikos 45:341-352.

Corbet, S.A. 1990. Pollination and the weater. Isr. J. Bot. 39:13-30.

Hoffmann, A. 1978. Flora silvestre de Chile: zona central. Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile. 255 pp.

Miller, G.A. 1986. Pubescence, floral temperá ture and fecundity in species of *Puya* (Bromeliaceae) in the Ecuatorian Andes. Oecologia 70:155-160.

Miller, A.G. and J.A. Silander. 1990. Control of the distribution of giant rossette species of *Puya* in the Ecuatorian Paramos. I. Elevation limits and microsite preference. Biotropica 23:124-133.

Miller, A.G. (en prensa). The functional significance of inflorescence pubescence in tropical alpine species of *Puya*. In: P.W. Rundel, F. Meinger and A.P. Smith. (eds.), Tropical Alpine Environments: Plant Form and Function. Columbia University Press.

Smith, L.B. and R.J. Downs. 1974. Flora Neotrópica. Monograph N°. 14 Pitcairnioideae (Bromeliaceae). Hafner Press. New York. 658 pp.

Solervicens, J. y M. Elgueta. 1989. Entomo fauna asociada al matorral costero del Norte Chico. Acta Ent. Chilena 15:91-122.

Sutherland, S. 1987. Why hermaphroditics plants produce many more flowers than fruits: experimental test with *Agave mckelveyana*. Evolution 41:750-759.

Young, T.P. and C.K. Augspurger. 1991. Ecology and evolution of long-lived semelparous plants. TREE 6:285-289.

Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 718 pp.

Año	Mes	Viento orientación / nudos hora del día 0800	1400	2000	Temperatura °C	Precipitación mm	Humedad Relativa hora del día 0800	1400	2000
1978	octubre	-	W 11	W 5	13,3	-	90	67	88
	noviembre	-	W 10	W 6	15,6	5,3	97	66	82
1985	octubre	E 5	W 11	NW 6	13,9	1,2	83	63	84
	noviembre	NW 7	W 11	NW 7	14,8	0,0	81	63	85
1989	octubre	0 0	W 10	NW 7	12,7	0,4	87	68	84
	noviembre	NW 4	W 9	NW 6	14,1	0,0	89	68	83
1990	octubre	E 4	W 10	W 5	12,3	0,2	82	63	79
	noviembre	W 4	W 11	NW 6	13,7	0,4	84	63	81
1991	octubre	E 5	W 11	W 6	12,9	0,0	85	69	84
	noviembre	0 0	W 10	NW 6	14,3	0,0	86	68	83

Tabla I. Velocidad y dirección del viento registradas en la Estación Meteorológica La Florida, La Serena (29° 54' S, 71° 15' W, 20 ms.n.m.), la más cercana al área de estudio.

Fecha de Publicación Diciembre 1993

Gayana Bot. 50(2): 57-65. 1993 ISSN 0016-5301

ANALISIS MICROMORFOLOGICO DE POLEN DE *SOPHORA* (PAPILIONACEAE). HIPOTESIS FILOGENETICA SOBRE EL ORIGEN DE LA SECCION *EDWARDSIA*

MICROMORPHOLOGICAL ANALYSIS OF THE POLLEN OF SOPHORA *(PAPILIONACEAE). PHYLOGENETIC HYPOTHESIS ABOUT THE ORIGIN OF SECTION* EDWARDSIA

R. C. Peña *, L. Iturriaga, A. M. Mujica y G. Montenegro **

RESUMEN

Considerando el retículo de la exina de los granos de polen, se reconocen dos grupos en las doce especies de *Sophora* estudiadas: uno con un heterobrocado mayor (*S. japonica* L. subg. *Styphnolobium*, *Sophora linearifolia* Griseb., *S. rhynchocarpa* Griseb., *S. fernandeziana* (Phil.) Skottsb., *S. macrocarpa* J. E. Sm., *S. toromiro* (Phil.) Skottsb.) y otro de retículo menor homobrocado, o foveolado (*S. chrysophylla* (Salisb.) Seem., *S. denudata* Bory, *S. microphylla* ssp. *macnabiana* (Grah.) Yakovl., *S. masafuerana* (Phil.) Skottsb., *S. tetraptera* J. S. Mill. y *S. tomentosa* L.). Los antecedentes sobre la ornamentación de la exina permiten sugerir una hipótesis alternativa, proponiéndose un origen americano para la sección *Edwardsia* de *Sophora*. Con la sola excepción de *S. japonica*, todas las exinas heterobrocadas y mayor tamaño pertenecen a especies de Sudamérica, el resto de las especies de la sect. *Edwardsia* es homogéneo, con exinas homobrocada a foveolada. No existe afinidad entre *Sophora macrocarpa* y *S. microphylla* ssp. *macnabiana*, por lo que se considera improbable su origen a partir de poblaciones neocelandesas de *S. microphylla* como lo sugieren Sykes y Godley y recientemente Murray. *Sophora tomentosa* es una psamófita ampliamente distribuida, cuyas relaciones también deben buscarse en América, particularmente con otras especies de su sección. La posesión de ornamentación homobrocada es posiblemente un caso de convergencia.

PALABRAS CLAVES: *Sophora* sect. *Edwardsia*, *Sophora* sect. *Sophora* sect. *Styphnolobium*, micromorfología, morfología del polen.

*Herbario de la Escuela de Química y Farmacia, Universidad de Chile, Casilla 233 Santiago-1, Chile.

**Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile, Casilla 114 D, Santiago.

ABSTRACT

Based on the exine reticulation, two groups can be recognized in 12 examined species of *Sophora*, one group with a larger heterobrochate reticulum (*Sophora japonica* L. subg. *Styphnolobium; S. linearifolia* Griseb., *S. rhynchocarpa* Griseb., *S. fernandeziana* (Phil.) Skottsb., *S. macrocarpa* J. E. Sm., *S. toromiro* (Phil.) Skottsb.) and a second group with a smaller, homobrochate reticulum or a foveolated exine (*S. chrysophylla* (Salisb.) Seem., *S. denudata* Bory, *S. microphylla* ssp. *macnabiana* (Grah.) Skottsb., *S. tetraptera* J. S. Mill., and *S. tomentosa* L.). The palynological evidence, specially the exine architecture, suggests an alternate hypothesis, the origin of section *Edwardsia*, America. With the exception of *S. japonica*, the remaining species of sect. *Edwardsia* are homogeneous, with homobrochate or foveolated exines. A close relationship between *S. macrocarpa* and *S. microphylla* ssp. *macnabiana* is not supported by pollen data, and the proposal that these plants radiated from New Zealand is considered improbable. *Sophora tomentosa* is a pantropic littoral species, whose overall morphology shows clear relationships with other taxa of its section, and the homobrochate ornamentation is likely to be due to convergence.

KEYWORDS: *Sophora* sect. *Edwardsia*, *Sophora* sect. *Sophora*, *Sophora* sect. *Styphnolobium*, micromorphology, pollen morphology.

INTRODUCCION

Yakovlev (1967) en su revisión mundial del género *Sophora* reconoce en la sect. *Edwardsia* las siguientes especies: *S. chrysophylla* de las Islas Hawaii, *S. denudata,* de La Reunión, Archipiélago de las Mascareñas, *S. fernandeziana* de Más a Tierra, Juan Fernández, *S. macrocarpa* en la parte central de Chile, *S. masafuerana* de Más Afuera, Juan Fernández, *Sophora microphylla* con dos subespecies (incluyendo material chileno en *S. microphylla* ssp. *macnabiana*) distribuida en Nueva Zelanda, en el sur de Chile y en la Isla Gough (o Isla Diego Alvarez) *Sophora tetraptera* (incluyendo a *S. howinsula* (Oliv.) P. S. Green), de la Isla Norte de Nueva Zelanda y *S. toromiro* de la Isla de Pascua. Botánicos neocelandeses y australianos reconocen *S. prostrata* Buchan., de la Isla Sur de Nueva Zelanda, y *S. howinsula* P. S. Green de la Isla Lord Howe (Green, 1970; Murray, 1986) (Fig. 1.; Tabla I).

La primera hipótesis conocida sobre el origen de las especies de *Sophora,* particularmente de la sección *Edwardsia,* sugiere que se diseminaron desde el Pacífico occidental para poblar América, Hawaii, Chile insular, Gough (Isla Diego Alvarez) en el Atlántico y La Reunión en el Océano Indico (Sykes & Godley, 1968). Recientemente, Murray y Porter (1980) y Murray (1986) han considerado que *S. macrocarpa* sería una especie derivada de *S. microphylla,* sobre la base de la semejanza de la composición de polipéptidos y el contenido de proteínas de las semillas; estos autores reconocen la fuerte similitud de *Pisum sativum* con el grupo en estudio, restando de este modo valor a este tipo de comparaciones. De igual modo Markham y Godley (1972) consideran que las poblaciones de *S. microphylla* ssp. *macnabiana* de Chile son conespecíficas con las poblaciones de Nueva Zelanda, Chatham y Gough (Isla Diego Alvarez). Una evidencia circunstancial citada por Murray (1986) fue el antecedente que de las especies neozelandesas, sólo *S. microphylla* posee semillas hidrocóricas. Ramírez y Romero (1978) también observaron el potencial para una dispersión hidrocórica de *S. macrocarpa.* Skottsberg (1956) era de la opinión que las especies chilenas insulares, *S. fernandeziana* y *S. toromiro,* están relacionadas con *S. microphylla* y que podían reunirse en *S. tetraptera* en el contexto morfológico. En Juan Fernández existe un alto endemismo, y la fuente principal de la flora es el continente americano con un 47 % de representación (Hoffmann & Marticorena, 1987). Los caracteres palinológicos podrían avalar una relación más estrecha entre las especies de *Sophora* de Juan Fernández con Sudamérica que con el tradicionalmente considerado complejo antarto-pacífico (Skottsberg, 1956).

Por otra parte, Burkart (1952) encontró que las especies más afines a *S. macrocarpa* eran dos especies de América del Sur: *S. linearifolia* Griseb. de Córdoba y San Luis y *S. rhynchocarpa* Griseb. de Tucumán, particularmente el aspecto y tamaño de frutos y semillas, que en ambos casos los frutos son ápteros, muy híspidos y las semillas de color marrón y gran tamaño. Es posible por ende, postular a *S. macrocarpa* como especie ancestral de la sección *S.* sect. *Edwardsia,* dado sus posibles relaciones americanas con especies de la sección *Sophora.*

No existen estudios nuevos sobre la micromorfología, a excepción de un análisis parcial de las cutículas de algunas especies de *S.* sect. *Edwardsia* (Lobin & Barthlott, 1988; Aldén & Zizka, 1989), todas muy semejantes. En microscopía óptica, Heusser (1964) había descrito los granos de polen de las especies continentales, como tricolporados, subprolados, con una exina de 1 μm de espesor, suprarreticulada. Este estudio presenta una hipótesis alternativa sobre el origen de la sección *Edwardsia*, basándose en los antecedentes geológicos, morfológicos, de dispersión de semillas y los nuevos datos palinológicos.

MATERIALES Y METODOS

La morfología de las exinas de los granos de polen de 12 especies de *Sophora* se examinó a través de microscopía de barrido (MEB), los granos de polen fueron metalizados con una capa de oro paladio, de 30-40 nm de espesor, luego fotografiados en un microscopio Autoscan Siemens, según el método de Linch y Webster (1975). Un muestreo intensivo de las especies de la sección y de las secciones asociadas permite tener un universo representativo para fines cladísticos. El escaso material de herbario no permitió asignar valores promedios o modales de la ornamentación y medidas palinológicas. Los ejemplares examinados se anotan en la leyenda de las figuras 2-25. No fue posible obtener muestras de granos

de polen de *S. howinsula*, de *S. microphylla* ssp. *microphylla* y de *S. prostrata*.

RESULTADOS

La exina de los granos de polen de *Sophora* presentan una ornamentación reticulada. *Sophora japonica* L. es considerada por varios autores (Yakovlev, 1967; Tsoong & Ma, 1981) en un género o subgenéro aparte, *S.* subg. *Styphnolobium* (Schott) Tsoong y no difiere de la ornamentación de algunas especies de *S.* sect. *Edwardsia*.

Los granos de polen son prolados en *Sophora* subg. *Styphnolobium*, *Sophora*, y la mayoría de las especies de la sect. *Edwardsia* tienen polen subesferoidales (*S. masafuerana* y *S. denudata*) o per-prolado (*S. toromiro*). El ancho de lumen, que oscila entre 0,08 y 1,16 µm permite distinguir dos grupos (V. Tabla II). El primero incluye *Sophora japonica*. subg. *Styphnolobium*, de la sect. *Sophora S. linearifolia* y *S. rhynchocarpa* ambas sudamericanas y *S.* sect. *Edwardsia S. fernandeziana* (Más a Tierra), *S. toromiro* (Isla de Pascua) y *S. macrocarpa* (continental) y todas caracterizadas por un retículo heterobrocado con báculas visibles (Figs. 2-13). El segundo grupo incluye de la sect. *Edwardsia S. masafuerana, S. denudata, S. microphylla* ssp. *macnabiana, S. chrysophylla, S. tetraptera* y de la sect. *Sophora S. tomentosa* (Figs. 14-25), todas con exina de retículo homobrocado o foveolado.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Considerando los aspectos micromorfológicos y especialmente la ornamentación de la exina, *Sophora macrocarpa* no parece tener afinidades muy estrechas con *S. microphylla* ssp. *macnabiana*.

Sophora fernandeziana puede derivarse de las poblaciones continentales y no tiene relaciones claras con *S. microphylla* ssp. *macnabiana*, la cual es generalmente incluida en *S. microphylla* ssp. *microphylla* (Isely, 1981). *S. masafuerana* es más relacionada con *S. microphylla* ssp. *macnabiana*. Finalmente, *S. toromiro* pudo derivarse de poblaciones afines a *S. fernandeziana*, con la cual guarda semejanza en los caracteres palinológicos, particularmente la exina de retículo heterobrocado.

Los antecedentes geológicos tampoco contradicen la opinión de que toda la sección *Edwardsia* se habría originado en el continente americano con subsecuentes migraciones hacia el Pacífico insular. Así tenemos que las angiospermas estaban representadas en Nueva Zelanda desde el Cenomaniano, unos 100 millones de años a.p. Nueva Zelanda estaba en contacto directo con Australia, Nueva Caledonia, la Antártida, India y América del Sur (Raven, 1973). Sin embargo, no existen antecedentes palinológicos de la existencia de *Sophora* antes del Cuaternario (Mindelhall, 1980). La presencia de *Sophora* en Australia se piensa es reciente, sólo se encuentran dos taxa, *S. fraseri* Benth. y *S. tomentosa* ssp. *australis* Yakovl. ambas de Queensland (*fide* Yakovlev, 1967). Además, todas las islas volcánicas del Océano Pacífico tienen a lo mucho unos pocos millones de años de edad, por ejemplo las del archipiélago hawaiano tendrían entre 4,4-5,7, Kauai y 0,1-0,45 millones de años, Hawaii (Macdonald *et al.*, 1983). La datación de Juan Fernández oscila entre 3,7-4,3 para Más a Tierra y 1,0-2,4 para Más Afuera (Stuessy *et al.*, 1984). La lava del cráter Poike de Isla de Pascua es de 2,5 millones de años (Zizka, 1988), lo que hace improbable un origen gondwánico de las especies de la sección *Edwardsia*, como se desprende del razonamiento de Sykes y Godley (1968) y de Murray (1986), e interesante el análisis del origen de la sección a partir de ancestros sudamericanos (Kalin-Arroyo, com. pers.).

Varias características morfológicas, cariológicas y químicas de *S.* subg. *Styphnolobium* permiten considerarlo como grupo externo del subgénero *Sophora*: la presencia de estípulas, el número cromosómico distintivo *n*=7, la presencia de reservas albuminosas y de galactomananos en las semillas, todos estados posiblemente primitivos. De este modo las exinas reticuladas regulares o foveoladas se consideran sinapomorfias (*S. chrysophylla, S. denudata, S. masafuerana, S. microphylla* ssp. *macnabiana, S. tetraptera y S. tomentosa*) y las exinas irregularmente reticuladas como las presentes en *S. japonica* L. simplesiomorfias (*S. fernandeziana, S. linearifolia, S. macrocarpa, S. rhynchocarpa,* y *S. toromiro*) (Polhill, 1981; Goldblatt, 1981; Bailey, 1974). Este último grupo con exina irregularmente reticulada son todas especies de origen sudamericano.

En un estudio cladístico basado en caracte-

res exomorfológicos (Peña, datos no publ.) obtuvimos la derivación de las especies americanas como se indica a continuación: *macrocarpa - fernandeziana - toromiro - masafuerana - microphylla* ssp. *macnabiana*. Sólo *S. masafuerana* comparte exina homobrocada, existiendo alguna posibilidad de dispersión de poblaciones de *S. microphylla* de Nueva Zelanda (Fig. 1).

Todo lo anterior podría por lo tanto indicar que la hipótesis que las especies de *Edwardsia* no necesariamente se originaron en Nueva Zelanda, a partir de ancestros afines a *S. microphylla* ssp. *microphylla*, ya que aquéllas tienen características morfológicas y palinológicas derivadas. Y que la especie *S. macrocarpa* es la primera entidad que presenta caracteres morfológicos de la sección *Edwardsia:* vexilo extendido, estambres exertos y germinación epígea de semillas (Polhill, 1981).

El análisis de una pequeña muestra para examen micromorfológico de exina no permite por sí solo postular relaciones filogenéticas pero nuestros estudios en curso, tanto morfológicos como quimiotaxonómicos, están en concordancia con los resultados de este estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Dra. Mary Kalin Arroyo por la sugerencia sobre el origen de las especies de *Sophora* sect. *Edwardsia*. El apoyo financiero de Fondecyt 747/91 a la Prof. Gloria Montenegro. Los autores también desean reconocer a los curadores de (SI), (BISH), (SSUC), (SGO) por el préstamo de material de los herbarios; agradecer a la Dra. Carolina Villagrán por sus valiosos comentarios, y a la Srta. Andrée Goreux por la versión en inglés del resumen.

BIBLIOGRAFIA

ALDÉN, B. & G. ZIZKA. 1989. Der Toromiro (*Sophora toromiro*) eine ausgestorbene Pflanze wird wiederentdeckt. Natur & Museum 119: 145-152.

BAILEY, B. H. 1974. Galactomannans and other soluble polysaccharides in *Sophora* seeds. New Zealand J. Bot.12:131-136.

BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. Acme Agency, Buenos Aires.

GOLDBLATT, P. 1981. Cytology and the phylogeny of Leguminosae. *In* POLHILL, R.M. & P.H. RAVEN (Eds.). Advances in Legume Systematics, Royal Botanical Gardens, Kew, pp. 427-463.

GREEN, P. S. 1970. Notes relating to the floras of Norfolk and Lord Howe. J. Arnold Arbor. 51: 204-220.

HEUSSER, C. 1964. Pollen and spores of Chile. Modern types of the Pteridophyta, Gymnospermae, and Angiospermae. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

HOFFMANN, A. J. & C. MARTICORENA. 1987. La Vegetación de las Islas Oceánicas Chilenas - The Vegetation of the Chilean Oceanic Islands. *In* CASTILLA, J. C. (Ed.). Islas Oceánicas Chilenas: Conocimiento Científico y Necesidades de Investigaciones. Universidad Católica de Chile, Santiago, 127-165.

LINCH, S. P. & G. L. WEBSTER. 1975. A new technique of preparing pollen for scanning electron microscopy. Grana 15: 127-136.

LOBIN, W. & W. BARTHLOTT. 1988. *Sophora toromiro* (Leguminosae) the lost tree of Easter Island. Bot. Gard. Cons. News. 1(3): 32-34.

MACDONALD, G. A., A. T. ABBOTT & F. L. PETERSON. 1983. Volcanoes in the Sea. The geology of Hawaii. Ed. 2. University Press of Hawaii, Honolulu.

MARKHAM, K. R. & E. J. GODLEY. 1971. Chemotaxonomic studies in *Sophora* An evaluation of *Sophora microphylla* Ait. New Zealand J. Bot. 10: 627-640.

MINDELHALL, D. C. 1980. New Zealand late Cretaceous and Cenozoic plant biogeography: a contribution. Paleogeogr., Paleoclimat., Paleoecol. 31: 197-233.

MURRAY, D. R. 1986. Seed dispersal. Academic Press, Sydney, Orlando, San Diego.

MURRAY, D. R. & I. J. PORTER. 1980. A comparative electrophoretic study of seed albumins from *Sophora microphylla* and *Pisum sativum* cultivar Greenfast (Leguminosae). Pl. Syst. Evol. 134 (314): 207-214.

POLHILL, R. H. 1981. Sophoreae. *In* R. M. POLHILL & P. H. RAVEN (Eds.). Advances in Legume Systematics. Royal Botanical Gardens, Kew pp. 213-230.

RAMÍREZ, C. & M. ROMERO. 1978. El Pacífico como agente diseminante en el litoral chileno. Ecología 3(1): 19-30.

SKOTTSBERG, C. 1956. Derivation of the flora and fauna of Juan Fernández and Easter Islands. Almqvist & Wiksells, Uppsala.

STUESSY T. F., K. A. FOLAND, J. F. SUTTER, R. W. SANDERS, & M. O. SILVA. 1984. Botanical and Geological significance of Potassium-Argon dates from Juan Fernández Islands. Science 225: 49-51.

SYKES, W. R. & E. G. GODLEY. 1967. Transoceanic dispersal in *Sophora* and other genera. Nature 218: 495-496.

Tsoong, P.-Ch. & Ma, Ch.-Y. 1981. A study on the genus *Sophora* L. Acta Phytotaxomica Sinica. 19: 1-22, 143-167.

Yakovlev, G. L. 1967. Zametki po sistematike i geographii roda *Sophora* L. i blizhikh rodov. Proc. Lening. Chem.- Pharm. Inst. 21(4): 42-62.

Zizka, G. 1988. Naturgeschichte der Osterinsel. *In* H.-M. Eser- Baur (Ed.). 1500 Jahre Kultur der Osterinsel. Schätze aus dem Land des Hotu Matua. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein. 21-38.

Tabla I. Nomenclatura de las especies de *Sophora* sect. *Edwardsia* (Salisb.) Seem.

S. chrysophylla (Salisb.) Seem.,
S. denudata Bory,
S. fernandeziana (Phil.) Skottsb.,
S. howinsula (Oliv.) P. S. Green,
S. masafuerana (Phil.) Skottsb.,
S. macrocarpa J. E. Sm.,
S. microphylla ssp. *macnabiana* (Grah.) Yakovl.
S. microphylla Ait. ssp. *microphylla,*
S. tetraptera J. S. Mill.,
S. toromiro (Phil.) Skottsb.

Tabla II. Forma y tamaños de los granos de polen de *Edwardsia* y algunos representantes de otras secciones del género *Sophora.*

La tabla se ordenó en tamaño decreciente de ancho de lumen de retículo de la exina: dos grupos de ornamentación de exina heterobrocada y homobrocada.

[1] *S.* sect. *Styphnolobium* , [2] *S.* sect. *Sophora,* [3] *S.* sect. *Edwardsia* (Tsoong & Ma, 1981; Isely, 1981) .

Especie	largo ancho µm	rango lumen µm	grosor de muro µm
ornamentación heterobrocada			
S. japonica [1]	18 x 10	1,16 - 0,5	0,43 - 0,32
S. linearifolia [2]	22 x 18	1,16 - 0,83	0,24 - 0,16
S. toromiro [3]	35 x 15	0,95 - 0,75	0,7 - 0,34
S. macrocarpa [3]	33 x 17	0,77 - 0,38	0,05 - 0,01
S. fernandeziana [3]	32 x 19	0,6 - 0,16	0,35 - 0,31
S. rhynchocarpa [2]	20 x 11	0,5 - 0,16	0,40 - 0,38
ornamentación homobrocada			
S. masafuerana [3]	18 x 17	0,38 - 0,24	0,2 - 0,05
S. denudata [3]	18 x 16	0,33 - 0,08	0,29 - 0,24
S. microphylla ssp. *macnabiana* [3]	27 x 14	0,29 - 0,25	0,58 - 0,2
S. chrysophylla [3]	28 x 14	0,25	0,45 - 0,35
S. tetraptera [3]	25 x 14	0,25	0,65 - 0,35
S. tomentosa [2]	19 x 10	0,16 - 0,08	0,44 - 0,4

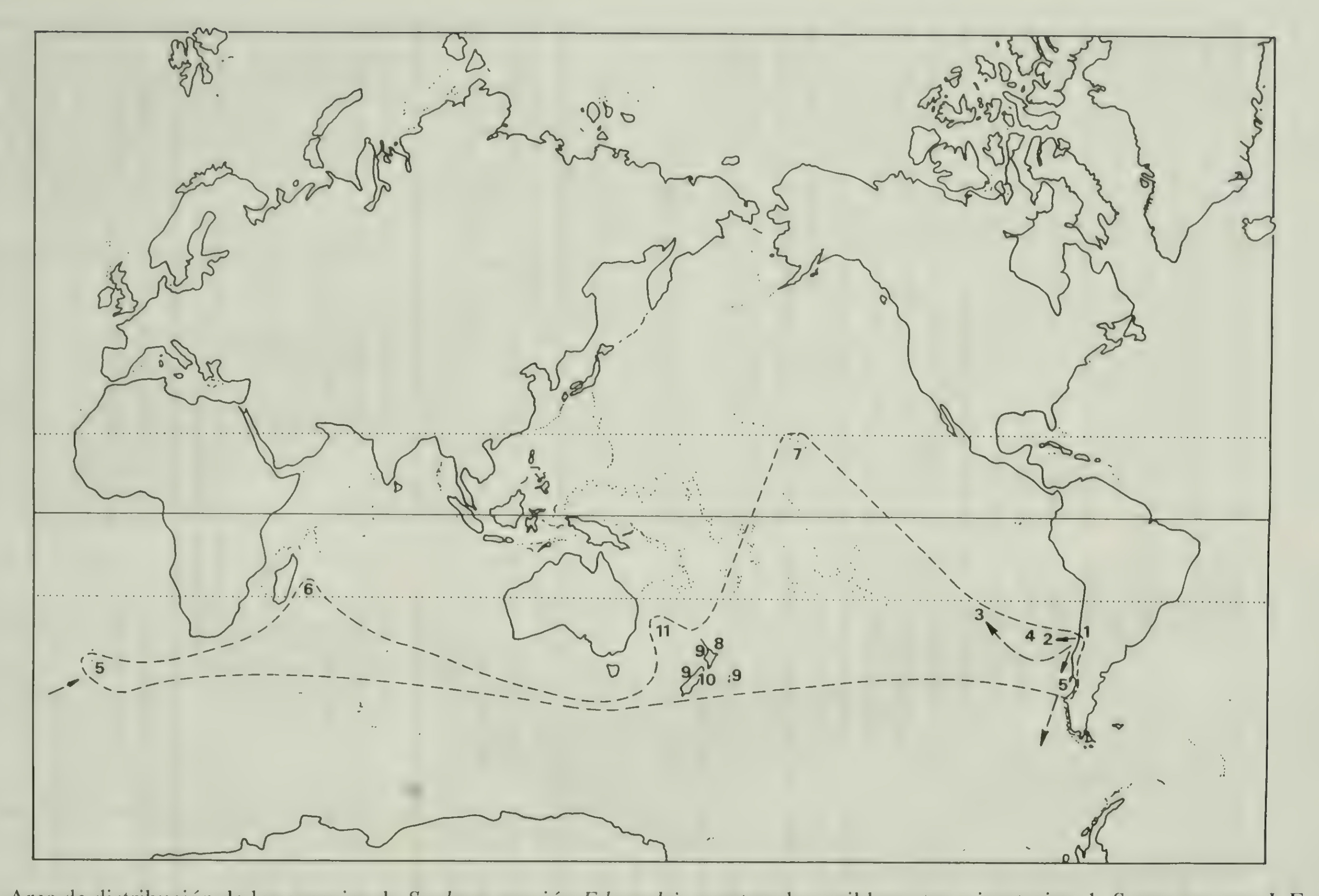
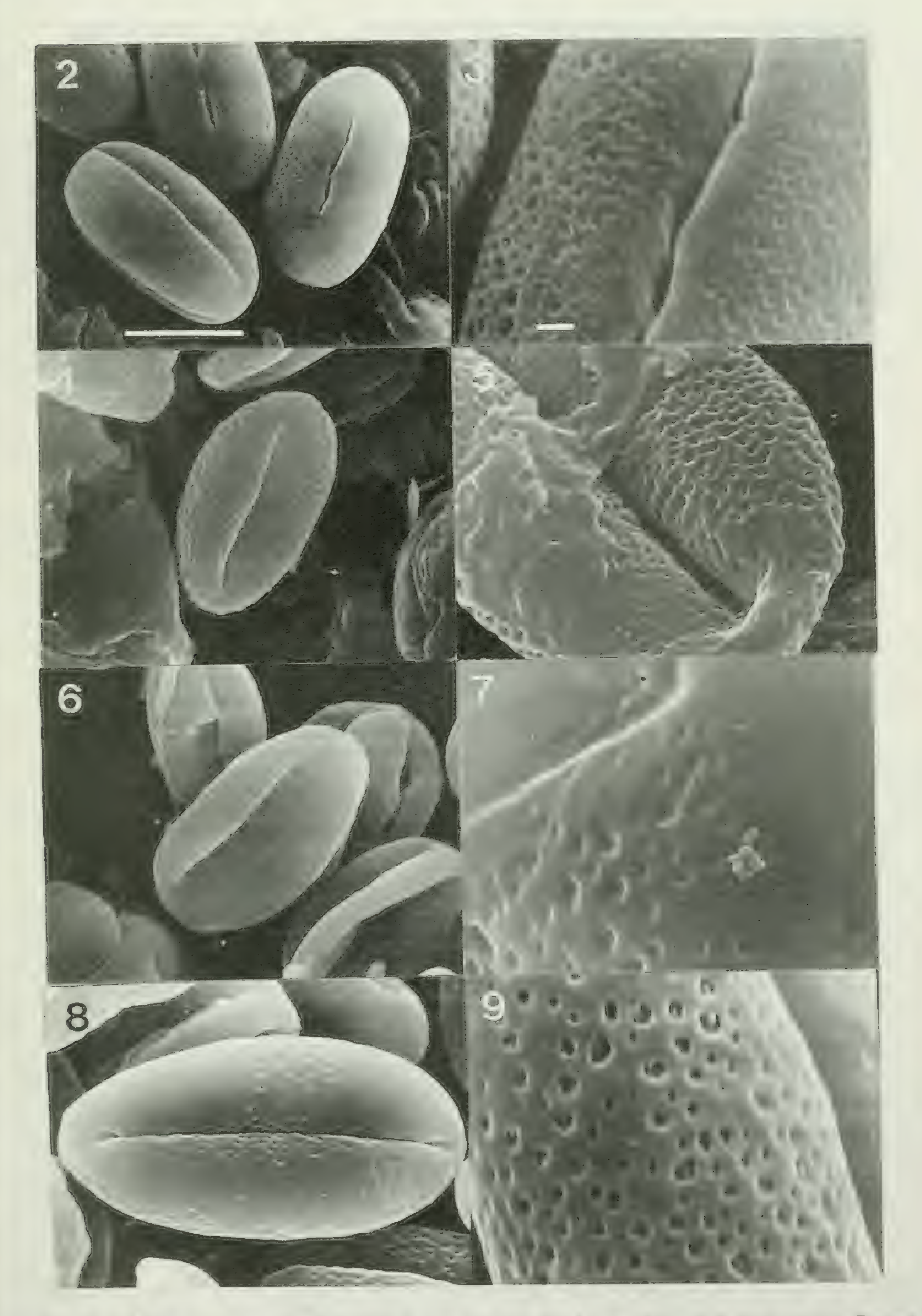
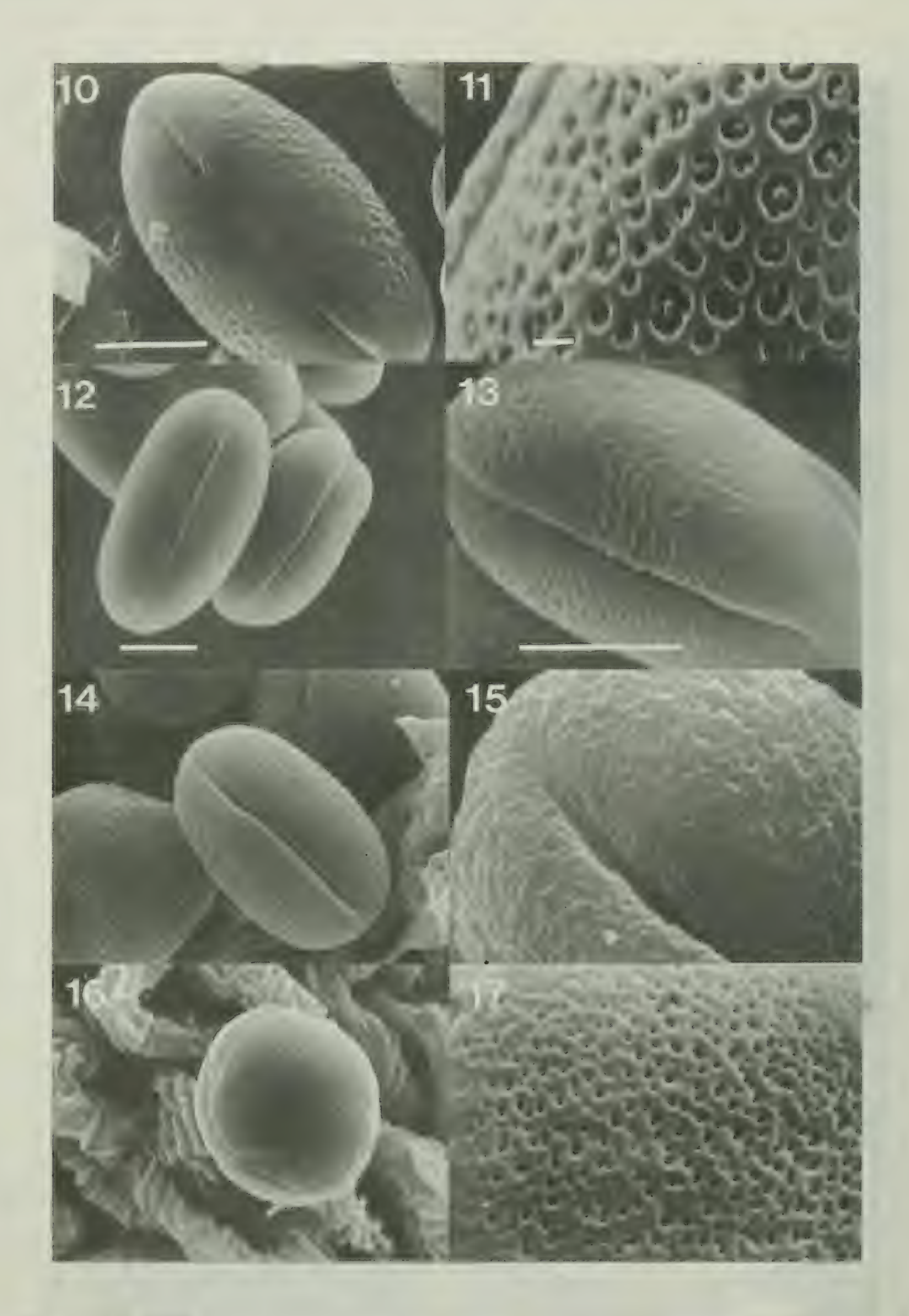


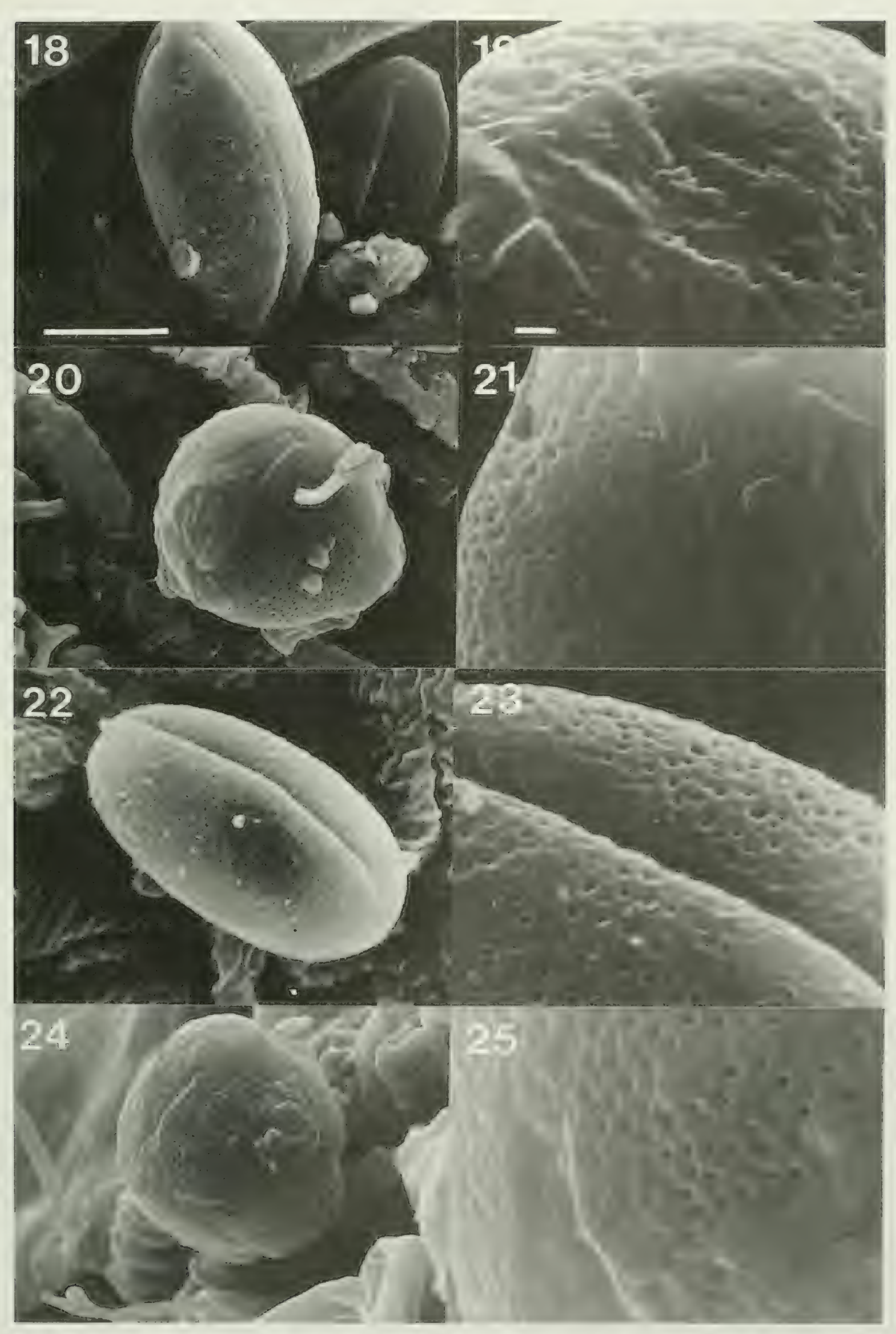
Fig. 1. Area de distribución de las especies de *Sophora* sección *Edwardsia* mostrando posibles rutas migratorias. 1, *S. macrocarpa* J. E. Sm. (Chile continental); 2, *S. fernandeziana* (Phil.) Skottsb. (Isla Más a Tierra, Juan Fernández); 3, *S. toromiro* (Phil.) Skottsb. (Isla de Pascua); 4, *S. masafuerana* (Phil.) Skottsb. (Más Afuera, Juan Fernández); 5. *S. microphylla* ssp. *macnabiana* (Grah.) Skottsb. (Chile continental e Isla Diego Alvarez, Tristan D'Acunha); 6, *S. denudata* Bory (Isla La Reunión, Las Mascareñas); 7, *S. chrysophylla* (Salis.) Seem. (Hawaii); 8, *S. tetraptera* J. S. Mill. (Isla Norte, Nueva Zelanda); 9, *S. microphylla* Ait. spp. *microphylla* (Nueva Zelanda e Islas Chatham); 10, *S. prostrata* Buchan. (Isla Sur, Nueva Zelanda) y 11, *S. howinsula* (Oliv.) P. S. Green (Isla Lord Howe).



Figs 2-9. MEB de los granos de polen de las especies *Sophora*. Figs. 2-3. *S. japonica*, *Peña s.n. ex hortus* (SQF); figs. 4-5. *S. linearifolia* Griseb., Córdoba, *A. L. Cabrera et al. 29656*, (SI); figs. 6-7 *S. rhynchocarpa* Griseb., Tucumán, *Rodríguez 353*, (SI); figs. 8-9. *S. fernandeziana* (Phil.) Skottsb., Más a Tierra, *M. Ricci s. n.* (SSUC).



Figs. 10-17. MEB de los granos de polen de *Sophora*. Figs. 10-11. *S. toromiro* (Phil.) Skottsb., Isla de Pascua, *Volosky 1,* (SGO: 075635); y *R. Peña 500 ex hortus* (SQF); figs. 12-13. *S. macrocarpa* J. E. Sm., Paine, Santiago, *Schuck 1986,* (SSUC: 6013); 2000 y 4500 x (la línea representa 10 μm); figs. 14-15. *S. chrysophylla* (Salisb.) Seem., Hawaii Island, *Forbes 217* (BISH: 55976); figs. 16-17. *S. denudata* Bory, La Reunión, *Th. Cadet 5225* (P).



Figs. 18-25. MEB de los granos de polen *Sophora.* Figs. 18-19. *S. microphylla* ssp. *macnabiana* (Grah.) Yakovl., El Roble, Osorno *R. Peña 353*, (SQF); figs. 20-21. *S. masafuerana* (Phil.) Skottsb. Más Afuera, *Philippi s. n.* (SGO: 8888); figs. 22-23. *S. tetraptera* J. S. Mill. New Zealand, *N. N. s. n.* (SGO); figs. 24-25. *S. tomentosa* L., Alagoas, Brazil, *B. Cassels s. n.* (SQF) (las líneas representan 10 µm and 1 µm, respectivamente) 3000 y 10000 x.

Fecha de Publicación Diciembre 1993



Gayana Bot. 50 (2): 67-68. 1993 ISSN 0016-5301

EL GENERO *WOLFFIA* HORKEL EX SCHLEID. (LEMNACEAE) EN LA FLORA ACUATICA DE CHILE

THE GENUS WOLFFIA *HORKEL EX SCHLEID. (LEMNACEAE) IN THE AQUATIC FLORA OF CHILE*

Néstor Mazzeo *, Roberto Rodríguez R. ** y Mauricio Rondanelli **

RESUMEN

Se da a conocer la presencia en Chile de *Wolffia brasiliensis* Wedd. (Lemnaceae), especie americana distribuida desde EE.UU. de América del Norte hasta Argentina por el lado atlántico del continente. *Wolffia* Horkel ex Schleid., constituye además un género nuevo para la flora de Chile.

PALABRAS CLAVES: Plantas acuáticas, Lemnaceae, *Wolffia*, Chile, nuevo registro.

ABSTRACT

The presence of *Wolffia brasiliensis* Wedd. (Lemnaceae), an american species distributed from U.S.A. to Argentina in the atlantic side of the continent is reported in Chile. *Wolffia* Horkel ex Schleid., represents a new genus for the flora of Chile.

KEYWORDS: Aquatic plants, Lemnaceae, *Wolffia*, Chile, new record.

La familia Lemnaceae está representada en Chile por 8 especies (Mazzeo 1993), distribuidas desde el bofedal de Parinacota (18°13'S-19°14'W) hasta el Archipiélago del Cabo de Hornos (55°58'S-67°17'W). Seis de las especies pertenecen a la subfamilia Lemnoideae: *Spirodela punctata* (G.F. Meyer) Thompson, *Spirodela intermedia* W. Koch, *Lemna gibba* L., *Lemna valdiviana* Phil., *Lemna minuscula* Herter y *Lemna disperma* Hegelm. La subfamilia Wolffioideae está representada por dos especies: *Wolffiella oblonga* (Phil.) Hegelm. y *Wolffia brasiliensis* Wedd. Esta última, citada aquí por primera vez para Chile, es una especie americana distribuida desde la costa este de EE.UU. de América del Norte hasta la costa este de Argentina, el único registro previo al oeste de la Cordillera de los Andes está localizado en Ecuador (Landolt, 1986).

* Facultad de Ciencias, Universidad de la República Oriental del Uruguay, Becario de la Red Latinoamericana de Botánica.

** Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

La subfamilia Lemnoideae Engler presenta raíces (1-21), frondes con 1-21 nervios, dos bolsillos reproductivos en la base de la fronde y células con cristales de oxalato de calcio; inflorescencia con espata, compuesta por dos flores masculinas y una femenina, localizadas en uno de los bolsillos; ovario con 1-7 óvulos. La subfamilia Wolffioideae Engler posee un solo bolsillo reproductivo en la base de la fronde y carece de raíces, de nervios en las frondes y de células con cristales de oxalato de calcio; inflorescencia sin espata, compuesta de una sola flor masculina y una femenina localizadas en una cavidad en la cara superior de la fronde; ovario con un óvulo. Las dos especies presentes en Chile se pueden separar mediante la siguiente clave:

1. Frondes planas....................*Wolffiella oblonga*
1. Frondes tridimensionales..*Wolffia brasiliensis*

WOLFFIA Horkel ex Schleid., Beitr. Bot. 1: 233. 1844.

Plantas diminutas, flotantes o levemente sumergidas, sin raíces. Frondes solitarias o adheridas en pares, globulares, ovoides, cilíndricas, cónicas, naviculares. Un bolsillo reproductivo en la

base de la fronde. Una inflorescencia por planta situada en una cavidad de la línea media de la superficie superior; flor femenina con un pistilo y flor masculina con un estambre. Semillas lisas o reticuladas.

El género consta de 8 especies que presenta una distribución cosmopolita, encontrándose principalmente en regiones calurosas del mundo. Su centro de distribución se localiza al norte de América del Sur (Landolt, 1986; Schmidt-Mumm, 1992).

Wolffia brasiliensis Wedd., Ann. Sci. Nat. Bot., sér. 3, 12:170. 1849.

Wolffia punctata Griseb., Fl. Brit. W. I. 512. 1864; *Grantia brasiliensis* (Wedd.) MacMill., Metasp. Minnesota valley 134. 1892; *Wolffia papulifera* C.H. Thomps., Ann. Rep. Missouri Bot. Gard. 9:40. 1898.

Frondes flotantes, 0.5-1.6 mm de largo por 0.7-1.5 mm de ancho, 4/5-1 2/3 veces más larga que ancha, de 1/3 a 1 vez más gruesa que ancha, con una prominente papila en la superficie superior. (Fig. 1).

Flores y frutos no han sido observados en el material recolectado. De acuerdo a Landolt (1986) la inflorescencia carece de espata y posee un estambre y un ovario; semillas de 0.40 a 0.45 mm de largo por ca. 0.40 mm de ancho.

MATERIAL ESTUDIADO

CHILE. VIII Región. Provincia de Ñuble. Quillón, Laguna Avendaño, 50 m. 14-XI-1992. N. Mazzeo, M. Rondanelli y R. Rodríguez 24 L (CONC).

Probablemente este género tiene una distribución más amplia en Chile, pero su pequeño tamaño condiciona la ausencia de colectas. La identificación específica dentro del género es extremadamente dificultosa, la especie citada en este artículo presenta una gran papila en la superficie superior de la fronde, carácter que no se observa en las otras especies del género. Es posible que en el futuro se incluyan nuevas especies dentro de *Wolffia* para Chile.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a la Red Latinoamericana de Botánica y a la Universidad de la República Oriental del Uruguay por las facilidades otorgadas para realizar estudios en Chile. Se agradece al Proyecto Nueva Flora de Chile por el apoyo brindado en las investigaciones.

BIBLIOGRAFIA

LANDOLT, E. 1986. The family of Lemnaceae - a monographic study. Vol. 1. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich 71:1-563.

MAZZEO, N. 1993. Revisión de la familia Lem naceae en Chile. Gayana, Bot. 50(1):27-37.

SCHMIDT-MUMM, U. 1992. Primer registro de *Wolffia* [sic] oblonga (Phil.) Hegelm. y sinopsis de las Lemnaceae en Colombia. Caldasia 17(1):11-20.



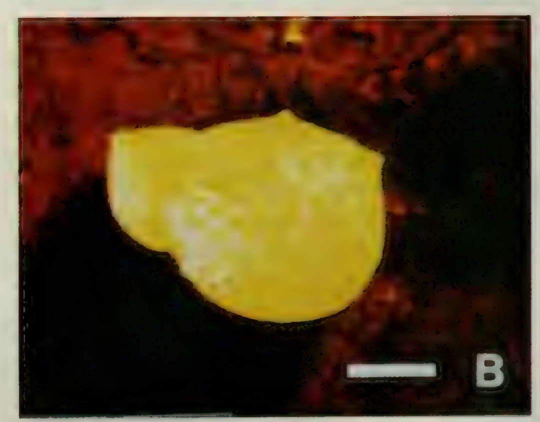


Fig. 1. Superficie superior (A) y vista lateral (B) de la fronde de *Wolffia brasiliensis* Wedd. En esta última se observa una prominente papila en la cara superior. (Las escalas representan 1mm).

Fecha de Publicación Diciembre 1993

LA FLORA ADVENTICIA DEL ARCHIPIELAGO DE JUAN FERNANDEZ

THE ADVENTIVE FLORA OF THE ARCHIPELAGO OF JUAN FERNANDEZ

Oscar Matthei *, Clodomiro Marticorena * y Tod F. Stuessy **

RESUMEN

La historia de las islas de Juan Fernández ha sido una de las numerosas intervenciones humanas desde su descubrimiento en 1574. Se han introducido cabras y otros animales domésticos, los árboles han sido cortados para combustible, construcción de viviendas y reparación de embarcaciones, y se ha comercializado como souvenirs el sándalo (*Santalum fernandezianum*) y la chonta, palma endémica (*Juania australis*). Junto con la llegada del hombre al archipiélago se han introducido plantas de diferentes partes del mundo, principalmente de Chile continental. Este trabajo resume la historia del inventario botánico de las islas desde los primeros datos documentados de plantas introducidas, empezando con Mary Graham en 1823 y terminando con las expediciones Universidad de Concepción-Ohio State University de 1980-1990. Se presenta un inventario de todas las angiospermas introducidas, incluyendo el año de la primera colección y colector, autor que citó la colección por primera vez, isla(s) en la cual se encontró la planta y su origen. Las estadísticas revelan que el total de angiospermas introducidas de la flora de Juan Fernández llega ahora a 195 especies, muchas de ellas presentes en más de una de las islas, con 175 en Más a Tierra, 106 en Más Afuera y 25 en Santa Clara. El substancial aumento de la flora adventicia de Juan Fernández en las últimas décadas recomienda medidas de prevención más activas contra nuevas introducciones al archipiélago en el futuro.

PALABRAS CLAVES: Flora de Chile, Juan Fernández, flora adventicia, malezas.

* Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.

** Department of Plant Biology, Museum of Biological Diversity, The Ohio State University, Columbus, Ohio, U.S.A.

ABSTRACT

The history of the Juan Fernández Islands has been one of numerous human interventions since their discovery in 1574. Goats and other domestic animals have been introduced, trees have been cut for firewood, constructions of buildings, and repair of ships, and souvenirs have been sought from the sandalwood (*Santalum fernandezianum*) and endemic palm (*Juania australis*). Along with the arrival of people to the archipelago has come introduced plants from different parts of the world, particularly continental Chile. This paper sketches the history of botanical inventory in the islands durind wich introduced plants were first documented, beginning with Mary Graham in 1823 and ending with the Universidad de Concepción-Ohio State University expeditions of 1980-1990. An inventory of all the introduced angiosperms is provided, including year of first collection (and collector), author who first cited the collection, island(s) on which the plant has occurred, and native range. Statistics reveal that the total introduced angiosperm flora of Juan Fernández has now been documented as 195 species, many of them present in more than one of the islands, with 175 on Más a Tierra, 106 on Más Afuera, and 25 on Santa Clara. The substantial increase in the adventive flora of Juan Fernández in recent decades recommend more active preventive measures against further introductions to the archipelago in the future.

KEYWORDS: Flora of Chile, Juan Fernández, adventive flora, weeds.

INTRODUCCION

Esta breve historia de las colecciones botánicas hechas en el Archipiélago de Juan Fernández está basada en los trabajos de Philippi (1856), Hemsley (1884), Johow (1896), Skottsberg (1922, 1953) y Muñoz (1969). En ella sólo se ha considerado a aquellos colectores que se citan más adelante, en el catálogo de la flora adventicia.

El archipiélago fue descubierto en 1574 por Juan Fernández, quien, junto a su tripulación, fue el primer hombre que puso pie en estas islas; ello desgraciadamente marca a su vez el comienzo de la destrucción de su flora. Casi conjuntamente con su descubrimiento se introdujeron cabras y plantas de cultivo, especialmente hortalizas. Posteriormente, fines del siglo XVI, se estableció una pequeña colonia de jesuitas, quienes posiblemente introdujeron el cerdo.

Schouten y Le Maire, los descubridores del Cabo de Hornos, visitaron las islas en marzo de 1616 e informan haber encontrado "... ganado vacuno, puercos y cabras y otros animales,..." (Schouten 1619). Esta observación permite por lo tanto aseverar que, durante 400 años, las cabras han estado viviendo a expensas de esta flora única en el mundo. Ocho años más tarde, en 1624, visitó la isla Más a Tierra (hoy Robinson Crusoe) la escuadra al mando de Jacobo L'Hermite; sus observaciones sobre el sándalo son interesantes, ya que afirma que crece en grandes cantidades. Posteriormente las islas fueron visitadas en repetidas ocasiones por corsarios, quienes desembarcaron en ellas con la finalidad de abastecerse de agua, mariscos, hierbas para atacar el escorbuto, maderas y carne de cabra. Con la intención de impedir este masivo aprovisionamiento, los españoles introdujeron perros, los que se propagaron exitosamente, pero sin lograr dominar las extensas manadas de cabras.

A partir de 1759 y hasta 1814, los españoles se instalaron con una pequeña población y un presidio. Luego de la independencia de Chile (1818), la isla Más a Tierra continuó usándose como presidio, y además fue arrendada; los arrendatarios, con el objeto de obtener los máximos beneficios, quemaron y talaron parte del bosque. A partir de esa época, la destrucción de la flora se hizo cada vez más intensa. Se introdujeron además caballos, burros, vacas y ovejas. Datos interesantes sobre las fechas de introducción de diversos animales y plantas de cultivo a Más a Tierra han sido recopilados por Wester (1991).

A principios del siglo XIX, las islas comenzaron a llamar la atención por su flora. En 1823 Mary Graham, junto a Lord Cochrane, colectó algunas plantas; no sólo las especies nativas llamaron su atención, sino también algunas introducidas, como el perejil, frutilla y capulí. Los ejemplares colectados en esta visita se conservan en Kew (K).

El primer botánico que visitó Más a Tierra fue David Douglas, en 1824. Junto al geólogo Dr. John Scouler, colectó un total de 70 especies que también pasaron al herbario de Kew.

Carlo G. Bertero, otro botánico consagrado, permaneció en 1830 colectando durante varios meses; su extenso herbario se encuentra repartido en Kew, Turín y París. Encontró sándalo sólo en estado seco y por lo general semienterrado. Durante este mismo período un colector inglés, Hugh Cuming, visitó por primera vez la isla Más Afuera (hoy Alejandro Selkirk). En 1832 estuvo en Más a Tierra Claudio Gay (Stuardo 1973); su colección está depositada en París y Santiago. Philibert Germain, subdirector del Museo Nacional de Chile, realizó en 1854 una valiosa colección que fue estudiada por R.A. Philippi (1856), quien dio a conocer para la ciencia 28 nuevas especies, entre ellas *Podophorus bromoides* (Gramineae), la que nunca ha vuelto a ser colectada. Philippi, acompañado por A. Ahrends, hizo una corta visita a Más a Tierra en 1864; en su diario de viaje inédito (Johow 1896) menciona por primera vez la presencia del maqui (*Aristotelia chilensis*) y de un clonqui (*Acaena argentea*), ambas especies de Chile continental, que en la isla Más a Tierra han demostrado una extrema agresividad, lo que les ha permitido formar grandes asociaciones puras en extensas áreas. Posteriormente Edwyn C. Reed, junto a José Guajardo, visitaron Más a Tierra, primero en 1869 y luego en 1872; en el primer viaje Guajardo también visitó Más Afuera; sus abundantes colecciones se conservan en el herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO). Ellos fueron los primeros en colectar a *Anthoxanthum odoratum*, pasto oloroso, una gramínea que actualmente está presente

en un área bastante amplia. En 1872 también visitó la isla George Downton, quien colectó plantas vivas y envió material al Herbario de Kew.

En 1875 hizo escala en la isla el buque inglés Challenger; en él viajaba como naturalista H. Moseley, quien realizó una intensa colección. Este material, junto a las otras colecciones que se habían enviado a Europa, permitieron a William B. Hemsley escribir un extenso trabajo sobre la flora de las islas (Hemsley 1884). En 1891 y posteriormente en 1892, visitó la isla Federico Johow, la segunda vez acompañado por Juan Söhrens. Los resultados de esta expedición fueron publicados en un libro en el cual se entrega un completo inventario de las especies que habitan el archipiélago (Johow 1896). Es digno de mencionar el hallazgo, primero en estado de botón y después con flores, de un ejemplar de sándalo, duplicado del cual se encuentra depositado en el Herbario de la Universidad de Concepción. El autor hace un extenso análisis de la flora introducida, citando varias especies por primera vez, entre ellas a la murtilla (*Ugni molinae*), especie de Chile Continental, que en la isla Más a Tierra ha logrado desplazar en una superficie considerable a la flora nativa.

En el presente siglo, Carl Skottsberg, botánico sueco, realizó un intenso estudio de la flora de las islas. En 1908 y posteriormente entre 1916-1917 y en 1953-1954, colectó no sólo plantas vasculares, sino además algas, hongos y líquenes; su obra es el trabajo más completo que se haya realizado hasta la fecha. Skottsberg fue el último en encontrar ejemplares vivos de sándalo, en 1908; después de esta fecha nunca más se ha vuelto a encontrar y su extinción es definitiva. Este autor hace también un análisis de la flora introducida y expresa su preocupación ante la inminente destrucción de la flora endémica.

G. Looser (1927: 84), en su segunda visita, en 1927, encontró poco más allá de la Plazuela del Yunque, varias matas de zarzamora, *Rubus ulmifolius*. Es la primera cita de esta especie para la isla, y al respecto comenta: "...la presencia de este nuevo poblador es profundamente lamentable, pues es de temer que los grandes perjuicios que esta maleza europea hace en el continente, se repitan quizá acrecentados en Juan Fernández, cuya vegetación muy original y por lo mismo delicada, sufre ya tantos daños de parte del hombre y de varias plagas de la naturaleza". Desgraciadamente la inquietud de este botánico se ha vuelto realidad y hoy esta especie cubre densamente considerables extensiones.

C. Bock, quien vivió en Más a Tierra, envió en 1935 una colección a Alemania, la que se conserva en el Institut für Allgemeine Botanik de Hamburgo (HBG); algunos duplicados están en Concepción (CONC).

A fines de 1954 y principios de 1955 C. Skottsberg visitó por tercera vez el archipiélago, acompañado, entre otros, por B. Sparre. En septiembre de 1955 Sparre, acompañado de Planella, colectó nuevamente en Más a Tierra. Algunos duplicados de ambas expediciones están en CONC.

A. Angulo, de la Universidad de Concepción, colectó en Más a Tierra en 1966; su colección está depositada en CONC.

G. Revuelta y G. Mann (hijo) colectaron en el archipiélago en 1968; de esta colección existen 20 números en CONC.

En 1965 una expedición conjunta de Chile y Estados Unidos de Norteamérica, apoyada por la NSF permaneció por dos meses en el archipiélago; en ella participaron 12 biólogos, entre ellos el botánico chileno Carlos Muñoz, el dibujante y botánico español Eugenio Sierra y los botánicos estadounidenses F.G. Meyer, H.E. Moore, O. Solbrig y J. Walker. Ellos hicieron una cuantiosa colección, depositada en parte en SGO, de la cual hay numerosos duplicados en CONC. Como resultado de esta expedición, Muñoz (1969) publicó un trabajo sobre la flora de las islas, en el cual propone medidas para su conservación.

En años recientes y a partir de 1980, botánicos de la Universidad de Concepción y de la Universidad del Estado de Ohio han realizado seis expediciones al archipiélago, colectando tanto material para herbario como para estudios bioquímicos, biosistemáticos, fitoquímicos y filogenéticos. La meta final es la publicación de una nueva flora de las plantas vasculares de las islas.

Ellos también han constatado la paulatina destrucción de la flora de las islas, y en sus dos primeras visitas recolectaron en siete sitios diferentes de las islas que previamente habían sido colectados por Skottsberg en 1917 (Sanders, Stuessy y Marticorena 1982). Establecen que en todos los lugares comparados, las especies nativas han disminuido, variando su porcentaje de

disminución entre 9 y 67%. Del mismo modo concluyen que en Santa Clara y Más Afuera no ha habido aumento de las especies introducidas, pero que en Más a Tierra ellas han aumentado entre 100 y 400%. Señalan como causa de este fenómeno a la presencia de vacunos, cabras, conejos y coaties, los que por su sobretalajeo y pisoteo han producido las condiciones favorables para el establecimiento de la flora adventicia.

MATERIALES Y METODO

Basado en los materiales de herbario citados en las obras más completas que existen de las islas (Philippi 1856, Hemsley 1884, Johow 1896 y Skottsberg 1922, 1951), y en material adicional, fundamentalmente el conservado en el Herbario de la Universidad de Concepción (CONC), en el Apéndice 1 se entrega un inventario de la flora adventicia existente en cada una de las islas: Más a Tierra, Más Afuera y Santa Clara. Este inventario está ordenado alfabéticamente por familias, primero las dicotiledóneas, después las monocotiledóneas. Para cada especie se señala su primer colector y año de colección, autor de la primera cita bibliográfica, isla(s) en que se encuentra, duración y origen. En el caso de citarse por primera vez, se indica el colector, año de colección y herbario en que se encuentra. Las nuevas citas están marcadas con un asterisco (*). Los materiales de estas nuevas citas se dan en detalle en el Apéndice 2.

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

La revisión bibliográfica de las colecciones realizadas en el pasado en el archipiélago, más el estudio de las colecciones recientes, ha permitido constatar los siguientes hechos:

1. Ha habido un constante aumento de la flora adventicia.
2. Se ha podido conocer en gran parte el origen de la flora adventicia.
3. Se advierte un alto porcentaje de especies exóticas en relación a la flora total.

1. Constante aumento de la flora adventicia

Como se desprende de la introducción, a la gran mayoría de los botánicos que visitaban las islas les llamó la atención la presencia de la flora exótica, así como la paulatina disminución y desaparecimiento de especies nativas. La información contenida en el catálogo permite hacer un detallado historial del constante aumento de las especies adventicias en cada una de las islas.

Isla Más a Tierra

Desde el descubrimiento hasta el año 1823, los trastornos que había provocado el hombre en la flora de la isla aún eran pequeños; sólo ocho especies se señalan hasta ese año como pertenecientes a la flora adventicia. Pero a partir de este momento los cambios son rápidos, de tal modo que 33 años más tarde, en 1856, ya existían 45 especies exóticas. En 1892, después de haber pasado 36 años, la cifra se había duplicado, con un total de 96 especies; 35 años más tarde, en 1927, la cifra había aumentado a 125; durante este período se agregaron 29 especies. En los siguientes 31 años, hasta 1958, se agregan 14 especies.

En el período más reciente, 1959-1990, 36 especies se suman a la lista, de tal modo que en la actualidad hay 175 especies introducidas en la isla. La figura 1 permite apreciar con mayor claridad el sostenido aumento de la flora adventicia.

Isla Más Afuera

La situación en esta isla es similar a la anterior. A pesar de que ha sido menos visitada y por lo tanto existen menos colecciones botánicas, es posible hacer un análisis semejante.

A partir de su descubrimiento hasta 1854, se citan 6 especies para la flora adventicia; 21 años más tarde, 1875, su número aumenta a 10. En el período que se extiende desde 1876 hasta 1916, se agrega un total de 67 especies a la flora introducida, de tal modo que a principios de siglo estaban presentes 77 especies. Entre los años 1917 y 1955 se agregan 3 especies. Esta cantidad aumenta significativamente entre 1956 y 1986, período en que se agregan 26 especies exóticas, con lo que en la actualidad su flora adventicia está compuesta por 106 especies (Fig. 2).

Isla Santa Clara

A pesar que de esta isla se posee poca información, también ha sido posible establecer un

cuadro semejante a los anteriores. Hasta 1892 se conocían 17 especies, cantidad que aumentó en 4 hasta 1916. Desde esa fecha hasta 1990 se han agregado otras 4 especies, de tal manera que en la actualidad la isla posee un total de 25 especies introducidas (Fig. 3).

Si consideramos todo el archipiélago en conjunto, podemos establecer que en el período comprendido entre 1955 a 1990 han ingresado las siguientes especies, incluyendo la fecha de la primera detección:

APOCYNACEAE
Vinca major (1958)

BORAGINACEAE
Myosotis arvensis (1965)
Myosotis discolor (1990)

CARYOPHYLLACEAE
Polycarpon tetraphyllum (1955)

COMPOSITAE
Carthamus lanatus (1965)
Chamomilla recutita (1966)
Chrysanthemum coronarium (1980)
Cotula coronopifolia (1955)
Crepis capillaris (1990)
Hypochaeris pumila (1965)
Hypochaeris radicata (1965)
Senecio mikanioides (1955)
Solidago chilensis (1990)
Sonchus tenerrimus (1984)

CRUCIFERAE
Hirschfeldia incana (1990)
Lepidium bonariense (1955)

FUMARIACEAE
Fumaria capreolata (1980)

GERANIACEAE
Geranium dissectum (1965)

GUTTIFERAE
Hypericum perforatum (1984)

LABIATAE
Prunella vulgaris (1958)
Stachys arvensis (1990)

LINACEAE
Linum usitatissimum (1990)

MIMOSACEAE
Acacia dealbata (1990)
Albizia lophantha (1980)

ONAGRACEAE
Oenothera rosea (1958)

PAPAVERACEAE
Papaver somniferum (1990)

PAPILIONACEAE
Teline monspessulana (1980)
Trifolium campestre (1965)

POLYGONACEAE
Polygonum lapathifolium (1990)

PORTULACACEAE
Portulaca oleracea (1986)

SCROPHULARIACEAE
Digitalis purpurea (1965)
Kickxia elatine (1986)
Verbascum thapsus (1984)
Veronica anagallis-aquatica (1980)
Veronica arvensis (1965)

SOLANACEAE
Datura stramonium (1980)
Nicotiana tabacum (1983)
Solanum marginatum (1931)

UMBELLIFERAE
Conium maculatum (1984)

GRAMINEAE
Briza maxima (1966)
Bromus diandrus (1955)
Bromus hordeaceus (1955)
Bromus lithobius (1955)
Cynosurus echinatus (1965)
Digitaria sanguinalis (1955)
Vulpia myuros (1965)

IRIDACEAE
Crocosmia x crocosmiiflora (1968)

Es decir que en este período han sido detectadas 47 especies adicionales. Estas plantas se ca-

racterizan porque todas ellas, a excepción de *Bromus lithobius*, tienen cualidades de malezas. Otro hecho digno de destacar es que todas están presentes en Chile Continental (Matthei, ined.). Este hecho permite aseverar que Chile Continental es el principal centro de dispersión de las nuevas plantas que llegan al archipiélago. Además es importante recalcar que la presencia de *Teline monspessulana* en Más a Tierra es altamente preocupante. Esta maleza, conocida en el continente como "retamilla", se extiende desde la V a X Región, cubriendo todos aquellos terrenos que han sido intervenidos por el hombre. ¿Será capaz la flora endémica de resistir a este nuevo invasor? Esperamos que la pesimista visión de Skottsberg (1953: 959), "... we can arrive at no other conclusion that the islands are doomed, an irreparable loss to the entire scientific world", no llegue a ser una triste realidad.

2. Diferentes orígenes de la flora adventicia

Hemos dividido a la flora adventicia de las islas en seis grupos en relación a su origen: eurasiático, americano exceptuando a Chile, chileno, africano, australiano-neocelandez y pantropical. Estos territorios corresponden a grandes extensiones que han dado origen o han servido como puente para la dispersión de una infinidad de plantas invasoras con características de malezas, muchas de ellas repartidas en todo el mundo; por lo tanto su presencia en las islas no es extraña. Una especie se ha catalogado como pantropical y su amplia distribución impide conocer con exactitud su origen. Las especies provenientes de Chile Continental han sido agrupadas en forma independiente, para poder apreciar el peligro que la presencia de estas plantas encierra para las islas. Su comportamiento es típicamente de malezas, con condiciones extraordinarias para establecerse en terrenos modificados por el hombre o animales. Especialmente alta es la proporción de estas especies en Más a Tierra, donde representan el 11,4% de la flora (Cuadro 1).

3. Alta concentración de especies exóticas en relación a Chile Continental

A modo de comparación, la flora vascular de Chile Continental, excluyendo a las pteridófitas, está representada por 2.611 especies endémicas y 2.351 especies nativas; estas últimas son especies que además de estar presentes en Chile, lo están también en los países vecinos (Marticorena 1991). Esto hace un total de 4.962 especies, las que agregadas a la flora adventicia, que está formada por 567 especies, hace un total de 5.619 especies. Esta cifra representa la totalidad de las especies de plantas con semillas presentes en una superficie de aproximadamente 756.260 Km^2 y las malezas representan el 13% del total.

Si se compara esta flora con la existente en Juan Fernández, la situación es dramática, como se desprende del cuadro siguiente:

Cuadro 1. Origen de la flora adventicia, número de especies y su porcentaje con respecto a la flora total en las islas Más a Tierra MT, Más Afuera MF y Santa Clara SC.

	MT		MF		SC	
	N°sp.	%	N°sp.	%	N°sp.	%
Eurasia	106	61	70	66	19	76
América excepto Chile	39	22	23	22	4	16
Chile	20	11.4	10	9.4	1	4
Africa	5	2.9	1	0.9	0	-
Australia/N. Zelandia	4	2.3	2	1.9	1	4
Pantropical	1	0.6	0	-	0	-
	175		106		25	

	MT	MF			SC	
	Nº sp.	%	Nº sp.	%	Nº sp.	%
Nativas	35	12.3	24	13.3	2	6.7
Endémicas	75	26.3	51	28.1	3	10
Adventicias	175	61.4	106	58.6	25	83.3

Cuadro 2. Composición de la flora fanerogámica de las islas de Juan Fernández.

Este cuadro muestra que existe una alta proporción de especies adventicias, en especial en Más a Tierra y Santa Clara; en cada una de ellas la flora exótica supera a la suma de la flora nativa más las endémicas (figs. 3, 4 y 5). Pero no sólo la elevada proporción de especies adventicias pone en peligro la existencia de la flora nativa, sino que además su elevada concentración: un enorme número de especies debe de competir por un espacio reducido, como se evidencia al tener presente la superficie y el número de especies exóticas en cada isla.

Más a Tierra, con 93 Km2, tiene 175 especies, Más Afuera, con 85 Km2, tiene 106 especies y Santa Clara, con 5 Km2 tiene 25 especies.

FRAGILIDAD Y RESPONSABILIDAD DE CONSERVACION

Debido a que en las islas oceánicas las condiciones climáticas han permanecido invariables durante largos períodos, en ellas se han conservado especies primitivas que han desaparecido en el continente.

Además, su aislamiento ha motivado la formación de numerosos endemismos, todo lo cual despierta el interés científico por sus floras; pero a su vez, como lo señala McDowall (1969), esta última característica los transforma en organismos extremadamente propensos a la extinción.

Carlquist (1974: 615) indica que los agentes externos, tales como malezas, pestes introducidas, parásitos y predadores, ejercen una influencia geométricamente mayor en áreas pequeñas que en áreas mayores; en otras palabras, las poblaciones más pequeñas son presa más fácil para estos agentes. Estas características nos señalan que no es fácil conservar esta flora. La Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha desplegado un enorme interés y esfuerzos para conservar la flora de estas islas, pero como lo demuestra este último inventario de plantas exóticas, no han sido suficientes, por lo que nos permitimos recomendar urgentes medidas a fin de preservar la flora que aún existe.

MEDIDAS:

1. Desarrollar un plan masivo de difusión del conocimiento de su riqueza biológica natural, y educación de la población de las islas, para que tome conciencia de lo importante que es preservar esta vegetación única, para así obtener su activa participación en su conservación.

2. Controlar estrictamente todos los productos que llegan a las islas, para impedir la introducción de nuevas especies.

3. Eliminar mediante todos los medios disponibles a las poblaciones de cabras, conejos y coaties.

4. Eliminar los caballos.

5. Reducir drásticamente los vacunos y ovinos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Corporación Nacional Forestal (CONAF) por el apoyo brindado para la recolección de material en las islas. También, por el financiamiento otorgado, como parte del Proyecto Flora de Chile, a la Dirección de Investigación de la Universidad de Concepción, National Science Foundation (NSF) y Mellon Foundation. También al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), Proyecto Nº 89-693 y la Sra. Mélica Muñoz, Museo Nacional de Historia Natural, Santiago.

BIBLIOGRAFIA

BITTER, G. 1911. Die Gattung *Acaena*. Vorstudien zu einer Monographie. Biblioth. Bot. 17 (74): 1-336

CARLQUIST, S. 1974. Island biology. Columbia U.P. New York.

COLLA, L.A. 1836. Herbarium pedemontanum juxta methodum naturalem dispositum additis nonnullis stirpibus exoticis ad universos ejusdem methodi ordines exhibendos. Torino. Vol. 6.

DIETRICH, W. 1978. The South American species of *Oenothera* sect. *Oenothera* (*Raimannia, Renneria*; Onagraceae). Ann. Missouri Bot. Gard. 64(3):425-626.

ESPINOSA, M.R. 1937. [Acta de la quinta sesión, Soc. Chilena Hist. Nat.]. ... tomó la palabra el Profesor M.R. Espinosa... Revista Chilena Hist. Nat. 40:529.

HEMSLEY, W.B. 1884. Report on the botany of Juan Fernandez, the south-eastern Moluccas, and the Admiralty Islands. Rep. Sci. Results Voyage H.M.S. Challenger. Botany 1(3):1-275.

HOOKER, WJ. & G.A.W. ARNOTT. 1836. Con.tributions towards a flora of South America and the islands of the Pacific. Companion Bot. Mag. 2:41-52.

JOHOW, F. 1896. Estudios sobre la flora de las Islas de Juan Fernandez. Imprenta Cervantes. Santiago.

LOOSER, G. 1927. Excursiones a Juan Fernández. Revista Univ. (Santiago) 12(4):377-398.

MATTHEI, O. 1975. Der *Briza*- Komplex in Südamerika: *Briza, Calotheca, Chascolytrum, Poidium* (Gramineae). Eine Revision. Willdenowia, Beih. 8:1-168.

MCDOWALL, R.M. 1969. Extintion and endemism in the New Zealand land birds. Tuatara 17:1-12.

MARTICORENA, C. 1991. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana, Bot. 47(3-4):85-113.

MATTHEI, O. 1986. El género *Bromus* L. (Poaceae) en Chile. Gayana, Bot. 43:47-110.

MUÑOZ, C. 1969. El archipiélago de Juan Fernández y la conservación de sus recursos naturales renovables. Bol. Acad. Ci. Inst. Chile 1(2):83-98, 2 lám.

PHILIPPI, R.A. 1856. Observaciones sobre la flora de Juan Fernández. Anales Univ. Chile 13:157-169.

REICHE, C. 1897. Estudios críticos sobre la flora de Chile. Anales Univ. Chile 98:117-175.

REMY, J. 1849. Soláneas, en C. Gay, Fl. Chil. 5:38-100.

SANDERS, R.W., T.F STUESSY & C. MARTICO RENA. 1982. Recent changes in the flora of the Juan Fernández Islands, Chile. Taxon 31(2):284-289.

SCHOUTEN, G.C. 1619. Relación diaria del viaje de Jacobo Le Maire y Guillermo Cornelio Schouten en que descubrieron nuevo estrecho y pasaje del Mar del Norte al Mar del Sur, a la parte austral del Estrecho de Magallanes. Reimpresa con una nota bibliográfica de J.T. Medina. Imprenta Elseviriana. Santiago. 1897.

SKOTTSBERG, G, C. 1914. Studien über die Vegetation der Juan Fernández-Inseln. Kongl. Svenska Vetenskapsakad. Handl. 51(9):1-73, 7 lám.

- 1922. The phanerogams of the Juan Fernández Islands. The natural history of Juan Fernández and Easter Island 2:95-240, 11 lám.

- 1929. Notes on some recent collections made in the Islands of Juan Fernández. Acta Horti Gothob. 4:155-171.

- 1951. A supplement to the pteridophytes and phane rogams of Juan Fernández and Easter Island. The natural history of Juan Fernández and Easter Island 2:763-792, 3 lám.

- 1953. The vegetation of the Juan Fernandez Islands. The natural history of Juan Fernandez and Easter Island 2:793-960. 59 lam.

STEUDEL, E.G. 1953. Synopsis plantarum glumacearum. Stuttgart 1:11.

STUARDO, C. 1973. Vida de Claudio Gay 1800-1873. Seguida de los escritos del naturalista e historiador, de otros concernientes a su labor y de diversos documentos relativos a su persona. Obra póstuma. Escritos y documentos. Con un estudio sobre Gay a través de su correspondencia de Guillermo Feliú Cruz. Santiago. 2 vols.

WESTER, L. 1991. Invasions and extinctions on Masa tierra (Juan Fernandez Islands): a review of early historical evidence. J. Hist. Geogr. 17(1):18-34.

APÉNDICE 1

CATÁLOGO DE LA FLORA ADVENTICIA DEL ARCHIPIÉLAGO DE JUAN FERNÁNDEZ

1: Africa, 2: América, 3: América Tropical, 4: América del Norte, 5: América del Sur, 6: Asia, 7: Asia Menor, 8: Australia/Nueva Zelandia, 9: Chile, 10: Eurasia, 11: Europa, 12: Pantropical.

Abreviaturas:
T: Más a Tierra, F: Más Afuera, S: Santa Clara.
A: Anual, B: Bianual, P: Perenne.
* = nueva cita.

MAS A TIERRA

		AIZOACEAE			
TETRAGONIA					
tetragonoides (Pallas) Kuntze	Bertero 1830	Johow 1896:116	TFS	A	8
		AMARANTHACEAE			
AMARANTHUS					
deflexus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:217	TF	A	5
hybridus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:217	T	A	5
		APOCYNACEAE			
VINCA					
major L. *	Brunner 1958	CONC	T	P	11
		BORAGINACEAE			
CYNOGLOSSUM					
creticum Miller	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	T	B	11
MYOSOTIS					
arvensis (L.) Hill *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	T	B	11
discolor Pers. *	López y Peñailillo 1990	CONC	T	A	11
		CALLITRICHACEAE			
CALLITRICHE					
lechleri (Hegelm.) Fassett	Johow 1892	Johow 1896:103	T	P	9
		CAMPANULACEAE			
LOBELIA					
tupa L.	Douglas 1824	Hemsley 1884:45	T	P	9
		CARYOPHYLLACEAE			
		CERASTIUM			

glomeratum Thuill.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:217	TF	A	11
PARONYCHIA					
franciscana Eastw.	Soehrens 1895	Johow 1896:118	T	P	9
POLYCARPON					
tetraphyllum (L.) L. *	Sparre 1955	CONC	TF	A	11
SILENE					
gallica L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TFS	A	11
STELLARIA					
chilensis Pedersen	Bertero 1830	Hemsley 1884:30	T	P	9
media (L.) Villars	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TF	A	11
	CHENOPODIACEAE				
CHENOPODIUM					
ambrosioides L. *	Marticorena y Ugarte 1980	CONC	TF	P	2
multifidum L.	Bertero 1830	Johow 1896:120	TF	P	5
murale L.	Reed 1869	Johow 1896:118	TFS	A	7
	COMPOSITAE				
AMBLYOPAPPUS					
pusillus Hook. et Arn.	Johow 1892	Johow 1896:52	TS	A	9
ANTHEMIS					
cotula L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	T	A	11
ARTEMISIA					
absinthium L.	Looser 1927	Skottsberg 1929:171	T	P	11
BIDENS					
pilosa L.	Reed 1869	Johow 1896:52	TF	A	2
CALENDULA					
officinalis L.	Johow 1892	Johow 1896:229	T	A	11
CARTHAMUS					
lanatus L. *	Marticorena y Ugarte 1980	CONC	TF	A	11
CENTAUREA					
melitensis L.	Douglas 1824	Skottsberg 1922:226	TFS	A	11
CHAMOMILLA					
recutita (L.) Rauschert *	Angulo 1966	CONC	T	A	11
CHRYSANTHEMUM					
coronarium L. *	Marticorena y Ugarte 1980	CONC	T	A	11

CICHORIUM					
intybus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:226	TF	B	11
CONYZA					
bonariensis (L.) Cronq.	Douglas 1824	Hooker y Arnott 1836:48	TFS	A	5
COTULA					
australis (Sieber ex Sprengel) Hook.f.	Fuentes 1911	Skottsberg 1922:225	TF	A	8
coronopifolia L.*	Sparre 1955	CONC	T	P	1
CREPIS					
capillaris (L.) Wallr. *	López y Peñailillo 1990	CONC	T	A	11
CYNARA					
cardunculus L. *	Stuessy *et al.* 1980	CONC	TF	P	11
GALINSOGA					
parviflora Cav.	Germain 1854	Philippi 1856:159	TF	A	5
GAMOCHAETA					
spicata (Lam.) Cabr.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:224	TF	A	5
stachydifolia (Lam.) Cabr.	Germain 1854	Johow 1896:62	TFS	P	2
HYPOCHAERIS					
glabra L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TFS	A	11
pumila Phil. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	A	9
radicata L.*	Stuessy *et al.* 1980	CONC	TF	P	11
LAPSANA					
communis L. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	A	11
MICROPSIS					
nana DC.	Germain 1854	Philippi 1856:159	T	A	9
PSEUDOGNAPHALIUM					
cheiranthifolium (Lam.) Hilliard et B.L. Burtt	Scouler 1824	Hemsley 1884:38	TFS	P	2
SENECIO					
mikanioides Otto ex Walp. *	Sparre 1955	CONC	T	P	1
vulgaris L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	TF	A	11
SILYBUM					
marianum (L.) Gaertner	Douglas 1824	Skottsberg 1922:225	TFS	A	11
SOLIDAGO					
chilensis Meyen *	Stuessy y Baeza 1990	CONC	T	P	5
SONCHUS					
oleraceus L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TFS	A	11
tenerrimus L. *	Stuessy y Baeza 1990	CONC	TFS	A	11

XANTHIUM					
spinosum L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	T	A	5
	CONVOLVULACEAE				
CONVOLVULUS					
arvensis L.	Johow 1892	Johow 1896:86	TF	P	11
	CRUCIFERAE				
BRASSICA					
napus L.	Germain 1864	Johow 1896:110	TFS	A	11
nigra (L.) W.D.J.Koch	Johow 1892	Johow 1896:109	T	A	11
rapa L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:218	T	A	11
HIRSCHFELDIA					
incana (L.) Lagr.-Fossat *	Stuessy y Baeza 1990	CONC	T	A	11
LEPIDIUM					
bonariense L. *	Sparre 1955	CONC	T	A	5
MATTHIOLA					
incana (L.) R.Br.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:318	TFS	P	11
RAPHANUS					
sativus L.	Graham 1823	Johow 1896:110	TF	A	11
RORIPPA					
nasturtium-aquaticum (L.) Hayek	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:218	TF	P	11
SISYMBRIUM					
officinale (L.) Scop.	Johow 1892	Johow 1896:110	T	A	11
	DIPSACACEAE				
DIPSACUS					
sativus (L.) Honck.	Philippi 1864	Johow 1896:72	T	B	11
SCABIOSA					
atropurpurea L.	Philippi 1864	Johow 1896:73	T	P	11
	ELAEOCARPACEAE				
ARISTOTELIA					
chilensis (Molina) Stuntz	Philippi 1864	Johow 1896:108	TF	P	9
CRINODENDRON					
patagua Molina	Bock 1932	Skottsberg 1951:790	T	P	9

		EUPHORBIACEAE			
EUPHORBIA					
lathyris L.	Douglas 1824	Skottsberg 1914:18	T	A	11
peplus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:220	TF	A	11
RICINUS					
communis L.	Johow 1892	Johow 1896:103	TF	P	1
		FUMARIACEAE			
FUMARIA					
capreolata L. *	Stuessy *et al.* 1980	CONC	T	A	11
		GENTIANACEAE			
CENTAURIUM					
cachanlahuen (Molina) B.L.Rob.	Johow 1892	Johow 1896:86	T	A	9
		GERANIACEAE			
ERODIUM					
cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton	Johow 1892	Johow 1896:107	TFS	A	11
GERANIUM					
core-core Steud.	Bertero 1830	Johow 1896:107	TF	P	9
dissectum L. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	T	A	11
robertianum L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	T	A	11
		GUTTIFERAE			
HYPERICUM					
perforatum L. *	Crawford *et al.* 1990	CONC	TF	P	11
		LABIATAE			
MARRUBIUM					
vulgare L.	Johow 1892	Johow 1896:80	TF	P	11
MELISSA					
officinalis L.	Graham 1823	Johow 1896:80	TF	P	11
MENTHA					
aquatica L.	Graham 1823	Johow 1896:79	T	P	11
pulegium L. *	Sparre 1955	CONC	TF	P	11
PRUNELLA					
vulgaris L. *	Brunner 1958	CONC	T	P	11
STACHYS					
arvensis (L.) L. *	López y Peñailillo 1990	CONC	T	A	11

		LARDIZABALACEAE			
LARDIZABALA					
biternata Ruiz et Pavón	Johow 1892	Johow 1896:115	T	P	9
		LINACEAE			
LINUM					
usitatissimum L. *	López y Peñailillo 1990	CONC	T	A	11
		LORANTHACEAE			
TRISTERIX					
corymbosus (L.) Kuijt	Germain 1854	Philippi 1856:159	T	P	5
		LYTHRACEAE			
LYTHRUM					
hyssopifolia L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	T	A	11
		MALVACEAE			
ANODA					
cristata (L.) Schldl.	Bertero 1830	Skottsberg 1922:221	T	A	2
MALVA					
nicaensis All.	Moseley 1875	Johow 1896:108	T	P	11
parviflora L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:221	TS	P	11
MODIOLA					
caroliniana (L.) G.Don	Douglas 1824	Skottsberg 1922:221	TF	P	4
		MIMOSACEAE			
ACACIA					
dealbata Link *	Stuessy y López 1990	CONC	T	P	8
ALBIZIA					
lophantha (Willd.) Benth. *	Stuessy *et al.* 1980	CONC	T	P	8
		MYRTACEAE			
UGNI					
molinae Turcz.	Johow 1892	Johow 1896:94	T	P	9
		ONAGRACEAE			
OENOTHERA					
affinis Cambess.	Looser 1927	Looser 1927:381	TF	A	9
picensis Phil.	Bertero 1830	Dietrich 1978:553	TF	A	9

rosea L'Hér. ex Aiton *	Brunner 1958	CONC	TF	P	2
		OXALIDACEAE			
OXALIS					
corniculata L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:220	TF	P	11
micrantha Bertero ex Colla	Germain 1854	Philippi 1856:158	TF	A	9
		PAPAVERACEAE			
PAPAVER					
somniferum L. *	Baeza *et al.* 1990	CONC	T	A	11
		PAPILIONACEAE			
MEDICAGO					
arabica (L.) Hudson	Johow 1892	Johow 1896:89	T	A	11
lupulina L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	T	A	11
polymorpha L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TFS	A	11
sativa L.	Johow 1892	Johow 1896:89	TF	P	10
MELILOTUS					
indicus (L.) All.	Douglas 1824	Skottsberg 1922:219	TFS	A	11
TELINE					
monspessulana (L.) K.Koch *	Stuessy *et al.* 1980	CONC	T	P	11
TRIFOLIUM					
pratense L.	Johow 1892	Johow 1896:88	T	P	11
repens L. *	Rondanelli y Humaña 1990	CONC	TF	P	11
		PLANTAGINACEAE			
PLANTAGO					
lanceolata L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	TF	P	11
major L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	T	P	11
		POLEMONIACEAE			
MICROSTERIS					
gracilis (Douglas ex Hook.) Greene	Germain 1854	Philippi 1856:159	T	A	9
		POLYGONACEAE			
POLYGONUM					
aviculare L.	Johow 1892	Johow 1896:120	TF	A	6
hydropiperoides Michaux	Johow 1892	Johow 1896:120	T	P	2
lapathifolium L. *	López y Peñailillo 1990	CONC	T	A	11
RUMEX					
acetosella L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TF	P	11
conglomeratus Murray	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:216	TF	P	11

crispus L.	Johow 1892	Johow 1896:121	TFS	P	11
pulcher L.	Johow 1892	Johow 1896:121	TFS	P	11
	PRIMULACEAE				
ANAGALLIS					
arvensis L. *	Marticorena y Ugarte 1980	CONC	TF	A	11
	RANUNCULACEAE				
ANEMONE					
decapetala Arc	Reed 1869	Johow 1896:113	T	P	5
RANUNCULUS					
muricatus L.	Douglas 1824	Skottsberg 1922:218	T	P	11
	ROSACEAE				
ACAENA					
argentea Ruiz et Pavón	Philippi 1864	Johow 1896:92	TF	P	5
ovalifolia Ruiz et Pavón	Philippi 1864?	Reiche 1897:169	TF	P	5
FRAGARIA					
chiloensis (L.) Duchesne	Graham 1823	Johow 1896:93	TF	P	9
RUBUS					
ulmifolius Schott	Looser 1927	Looser 1927:396	TF	P	11
	RUTACEAE				
RUTA					
chalepensis L.	Bertero 1830	Johow 1896:105	TF	P	11
	SCROPHULARIACEAE				
VERBASCUM					
virgatum Stokes *	Pacheco y Valdebenito 1984	CONC	TF	B	11
VERONICA					
anagallis-aquatica L. *	Marticorena *et al.* 1980	CONC	T	P	10
arvensis L.	Muñoz y Sierra 1965	CONC	T	A	6
persica Poiret	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	T	A	11
	SOLANACEAE				
CESTRUM					
parqui L'Hér.	Scouler 1824	Hemsley 1884:49	TF	P	5
DATURA					
stramonium L. *	Marticorena y Ugarte 1980	CONC	T	A	4

NICOTIANA					
tabacum L. *	López 1983	CONC	T	A	2
PHYSALIS					
peruviana L.	Graham 1823	Philippi 1856:159	TF	P	5
SOLANUM					
argenteum Dunal ex Poiret	Skottsberg 1908	Skottsberg 1922:223	TF	P	5
furcatum Dunal ex Poiret var. furcatum	Germain 1854	Philippi 1856:159	TFS	A	2
marginatum L.f.	Espinosa 1931	Espinosa 1937:529	T	P	1
tuberosum L.	Gay?	Remy 1849:75	T	P	2
	TROPAEOLACEAE				
TROPAEOLUM					
majus L.	Philippi 1864	Johow 1896:106	T	A	11
	UMBELLIFERAE				
AMMI					
visnaga (L.) Lam.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	T	A	11
APIUM					
chilense Hook. et Arn., cf.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	T	B	2
graveolens L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	T	B	11
CICLOSPERMUM					
leptophyllum (Pers.) Sprague var. leptophyllum	Skottsberg 1908	Skottsberg 1922:222	T	A	5
CONIUM					
maculatum L. *	Stuessy *et al.* 1984	CONC	TF	A	11
CORIANDRUM					
sativum L.	Looser 1927	Skottsberg 1929:170	T	A	11
DAUCUS					
montanus Humb. et Bonpl. ex Sprengel	Germain 1856	Philippi 1856:159	T	A	2
FOENICULUM					
vulgare Miller	Johow 1892	Johow 1896:102	T	P	11
PETROSELINUM					
crispum (Miller) A.W.Hill	Graham 1823	Johow 1896:102	TF	B	11
SANICULA					
crassicaulis Poepp. ex DC.	Reed 1869	Johow 1896:101	T	P	2
TORILIS					
nodosa (L.) Gaertner	Douglas 1824	Skottsberg 1914:17	T	A	11

URTICACEAE

URTICA					
urens L.	Johow 1892	Johow 1896:226	TS	A	11

VERBENACEAE

VERBENA					
litoralis Kunth	Douglas 1824	Skottsberg 1922:223	TF	P	

GRAMINEAE

AGROSTIS					
stolonifera L. *	Rondanelli y Humaña 1990	CONC	TF	P	11
AIRA					
caryophyllea L.	Germain 1854	Philippi 1856:160	TF	A	11
praecox L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:62	TF	A	11
ANTHOXANTHUM					
odoratum L.	Reed 1869	Hemsley 1884:60	TF	P	11
AVENA					
barbata Pott ex Link	Bertero 1830	Johow 1896:138	TFS	A	11
BRIZA					
maxima L. *	Angulo 1966	CONC	T	A	11
minor L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TF	A	11
BROMUS					
hordeaceus L.	Planella 1955	Matthei 1986:66	TFS	A	11
lithobius Trin.	Planella 1955	Matthei 1986:91	TF	P	5
stamineus E. Desv.	Cuming 1830	Hemsley 1884:64	TF	P	5
CHASCOLYTRUM					
subaristatum (Lam.) Desv.	Douglas 1824	Skottsberg 1951:789	T	P	5
DIGITARIA					
sanguinalis (L.) Scop. *	Sparre 1955	CONC	T	A	12
GASTRIDIUM					
ventricosum (Gouan) Schinz et Thell.	Douglas 1824	Skottsberg 1922:215	T	A	11
HORDEUM					
murinum L. ssp. murinum	Johow 1892	Johow 1896:141	TFS	A	11
secalinum Schreber	Cuming 1830	Hemsley 1884:65	T	P	11
LOLIUM					
multiflorum Lam.	Johow 1892	Johow 1896:140	TF	A	11

PASPALUM					
distichum L.	Bertero 1830	Colla 1836:129	T	P	3
PHALARIS					
amethystina Trin.	Bertero 1830	Steudel 1853:11	T	A	9
angusta Nees ex Trin.	Cuming 1830	Hemsley 1884:60	T	A	9
POA					
annua L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TF	A	11
POLYPOGON					
australis Brongn.	Scouler 1824	Hemsley 1884:61	TF	P	2
SETARIA					
parviflora (Poiret) Kerguélen	Johow 1892	Johow 1896:133	T	P	2
viridis (L.) P.Beauv.	Douglas 1824	Skottsberg 1922:214	T	A	11
VULPIA					
bromoides (L.) Gray	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TF	A	11
muralis (Kunth) Nees	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TF	A	11
myuros (L.) C.C.Gmelin var. megalura (Nutt.) Auq.*	Stuessy *et al.* 1980	CONC	TF	A	11

IRIDACEAE

CROCOSMIA					
x crocosmiiflora (Lemoine ex Burb. et Dean) N.E.Br. *	Revuelta y Mann 1968	CONC	T	P	1

MAS AFUERA

AIZOACEAE

TETRAGONIA					
tetragonoides (Pallas) Kuntze	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:121	TFS	A	8

AMARANTHACEAE

AMARANTHUS					
deflexus L. *	Sepúlveda y Lammers 1986	CONC	TF	A	5

CARYOPHYLLACEAE

CERASTIUM					
fontanum Baumg. ssp. vulgare (Hartman) Greuter et Burdet	Johow 1892	Johow 1896:117	F	A	11
glomeratum Thuill.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:217	TF	A	11
POLYCARPON					
tetraphyllum (L.) L. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	A	11

SAGINA					
chilensis Naudin	Germain 1854	Philippi 1856:158	F	A	9
SILENE					
gallica L.	Johow 1892	Johow 1896:116	TFS	A	11
STELLARIA					
media (L.) Villars	Johow 1892	Johow 1896:117	TF	A	11
CHENOPODIACEAE					
CHENOPODIUM					
ambrosioides L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:217	TF	P	2
multifidum L.	Johow 1892	Johow 1896:120	TF	P	5
murale L.	Johow 1892	Johow 1896:118	TFS	A	7
COMPOSITAE					
BAHIA					
ambrosioides Lag.	Guajardo 1869	Johow 1896:52	F	P	9
BIDENS					
pilosa L. *	Stuessy y Lammers 1986	CONC	TF	A	2
CARTHAMUS					
lanatus L.	Muñoz 1965	Muñoz 1969:87	TF	A	11
CENTAUREA					
melitensis L.	Moseley 1875	Hemsley 1884:20	TFS	A	11
CICHORIUM					
intybus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:216	TF	B	11
CIRSIUM					
vulgare (Savi) Ten.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	F	A	11
CONYZA					
bonariensis (L.) Cronq.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:224	TFS	A	5
COTULA					
australis (Sieber ex Sprengel) Hook.f.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	TF	A	8
CYNARA					
cardunculus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	TF	P	11
GALINSOGA					
parviflora Cav.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	TF	A	5
GAMOCHAETA					
spicata (Lam.) Cabr.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:224	TF	A	5

stachydifolia (Lam.) Cabr.	Johow 1892	Johow 1896:62	TFS	P	2
GNAPHALIUM					
aldunateoides Remy	Germain 1854	Philippi 1856:159	F	A	9
HYPOCHAERIS					
glabra L. *	Stuessy y Lammers 1986	CONC	TFS	A	11
pumila Phil. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	A	9
radicata L. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	P	11
LAPSANA					
communis L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:226	TF	A	11
PSEUDOGNAPHALIUM					
cheiranthifolium (Lam.) Hilliard et B.L.Burtt	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:224	TFS	P	2
SENECIO					
vulgaris L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:225	TF	A	11
SILYBUM					
marianum (L.) Gaertner	Johow 1892	Johow 1896:65	TFS	A	11
SONCHUS					
oleraceus L.	Johow 1892	Johow 1896:65	TFS	A	11
tenerrimus L. *	Stuessy *et al.* 1984	CONC	TFS	A	11
		CONVOLVULACEAE			
CONVOLVULUS					
arvensis L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	TF	P	11
		CRUCIFERAE			
BRASSICA					
napus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:218	TFS	A	11
MATTHIOLA					
incana (L.) R.Br.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:218	TFS	P	11
RAPHANUS					
sativus L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:218	TF	A	11
RORIPPA					
nasturtium-aquaticum (L.) Hayek *	Ruiz y Landero 1986	CONC	TF	P	11
		ELAEOCARPACEAE			
ARISTOTELIA					
chilensis (Molina) Stuntz	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:221	TF	P	9

		EUPHORBIACEAE			
EUPHORBIA					
peplus L. *	Stuessy *et al.* 1984	CONC	TF	A	11
RICINUS					
communis L.	Johow 1892	Johow 1896:103	TF	A	1
		GERANIACEAE			
ERODIUM					
cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton	Johow 1892	Johow 1896:107	TFS	A	11
GERANIUM					
core-core Steud. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	P	9
		GUTTIFERAE			
HYPERICUM					
perforatum L. *	Stuessy *et al.* 1984	CONC	TF	P	11
		LABIATAE			
MARRUBIUM					
vulgare L.	Johow 1892	Johow 1896:80	TF	P	11
MELISSA					
officinalis L.	Johow 1892	Johow 1896:80	TF	P	11
MENTHA					
pulegium L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	TF	P	11
ORIGANUM					
majorana L.	Johow 1892	Johow 1896:79	F	P	11
		MALVACEAE			
MODIOLA					
caroliniana (L.) G.Don	Johow 1892	Johow 1896:107	TF	P	4
		ONAGRACEAE			
OENOTHERA					
affinis Cambess. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	A	9
picensis Phil.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:221	TF	A	9
rosea L'Hér. ex Aiton *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	P	2
		OXALIDACEAE			
OXALIS					
corniculata L.	Johow 1892	Johow 1896:105	TF	P	11

micrantha Bertero ex Colla *	Gaete y Sepúlveda 1986	CONC	TF	A	9
		PAPILIONACEAE			
MEDICAGO					
polymorpha L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TFS	A	11
sativa L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TF	P	10
MELILOTUS					
indicus (L.) All.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TFS	A	11
TRIFOLIUM					
campestre Schreber *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	F	A	11
repens L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:220	TF	P	11
		PLANTAGINACEAE			
PLANTAGO					
lanceolata L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	TF	P	11
		POLEMONIACEAE			
GILIA					
valdiviensis Griseb.	Guajardo 1869	Skottsberg 1922:222	F	A	2
		POLYGONACEAE			
POLYGONUM					
aviculare L. *	Sepúlveda 1986	CONC	TF	A	6
RUMEX					
acetosella L.	Germain 1854	Philippi 1856:159	TF	P	11
conglomeratus Murray	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TF	P	11
crispus L.	Johow 1892	Johow 1896:121	TFS	P	11
pulcher L.	Johow 1892	Johow 1896:121	TFS	P	11
		PORTULACACEAE			
CALANDRINIA					
monandra (Ruiz et Pavón) DC.	Germain 1854	Philippi 1856:159	F	A	2
PORTULACA					
oleracea L.	Sepúlveda y Lammers 1986	CONC	F	A	11
		PRIMULACEAE			
ANAGALLIS					
arvensis L.	Johow 1892	Johow 1896:87	TF	A	11
minima (L.) E.H.Krause	Germain 1854	Philippi 1856:159	F	A	11

		ROSACEAE			
ACAENA					
argentea Ruiz et Pavón	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TF	P	5
ovalifolia Ruiz et Pavón	Skottsberg 1908	Bitter 1911	TF	P	5
FRAGARIA					
chiloensis (L.) Duchesne	Skottsberg 1909	Skottsberg 1922:219	TF	P	9
RUBUS					
ulmifolius Schott *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	P	11
		RUBIACEAE			
GALIUM					
aparine L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	F	A	11
		RUTACEAE			
RUTA					
chalepensis L.	Johow 1892	Johow 1896:105	TF	P	11
		SCROPHULARIACEAE			
DIGITALIS					
purpurea L. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	F	B	11
KICKXIA					
elatine (L.) Dumort. *	Sepúlveda y Lammers 1986	CONC	F	A	11
VERBASCUM					
thapsus L. *	Stuessy *et al.* 1984	CONC	F	B	10
virgatum Stokes	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	TF	B	11
		SOLANACEAE			
CESTRUM					
parqui L'Hér.	Johow 1892	Johow 1896:84	TF	P	5
PHYSALIS					
peruviana L.	Johow 1892	Johow 1896:84	TF	P	5
SOLANUM					
argenteum Dunal ex Poiret	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	TF	P	5
furcatum Dunal ex Poiret var. furcatum	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:166	TFS	A	2
		UMBELLIFERAE			
ANETHUM					
graveolens L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	F	A	11

CONIUM					
maculatum L. *	Stuessy *et al.* 1984	CONC	TF	A	11
PETROSELINUM					
crispum (Miller) A.W.Hill	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:222	TF	B	11
	VERBENACEAE				
VERBENA					
litoralis Kunth	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:223	TF	P	2
	GRAMINEAE				
AGROSTIS					
stolonifera L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:215	TF	P	11
AIRA					
caryophyllea L.	Germain 1854	Philippi 1856:160	TF	A	11
praecox L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:215	TF	A	11
ANTHOXANTHUM					
odoratum L.	Reed 1869	Johow 1896:134	TF	P	11
AVENA					
barbata Pott ex Link	Johow 1892	Johow 1896:138	TFS	A	11
BRIZA					
minor L.	Solbrig 1965	Matthei 1975:61	TF	A	11
BROMUS					
diandrus Roth	Planella 1955	Matthei 1986:71	F	A	11
hordeaceus L.	Planella 1955	Matthei 1986:66	TFS	A	11
lithobius Trin.	Planella 1955	Matthei 1986:91	TF	P	5
stamineus E.Desv.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:215	TF	P	5
CYNOSURUS					
echinatus L. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	F	A	11
HORDEUM					
murinum L. ssp. murinum	Johow 1892	Johow 1896:141	TFS	A	11
LOLIUM					
multiflorum Lam.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:216	TF	A	11
POA					
annua L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:215	TF	A	11
pratensis L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:215	F	P	11
POLYPOGON					
australis Brongn.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:214	TF	P	2

VULPIA					
bromoides (L.) Gray	Johow 1892	Johow 1896:139	TF	A	11
myuros (L.) C.C.Gmelin					
var. megalura (Nutt.) Auq. *	Muñoz y Sierra 1965	CONC	TF	A	11

SANTA CLARA

AIZOACEAE

TETRAGONIA					
tetragonoides (Pallas) Kuntze	Johow 1892	Johow 1896:116	TFS	A	8

CARYOPHYLLACEAE

SILENE					
gallica L.	Johow 1892	Johow 1896:117	TFS	A	11

CHENOPODIACEAE

CHENOPODIUM					
murale L.	Johow 1892	Johow 1896:118	TFS	A	7

COMPOSITAE

AMBLYOPAPPUS					
pusillus Hook. et Arn.	Johow 1892	Johow 1896:53	TS	A	9
CENTAUREA					
melitensis L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:226	TFS	A	11
CONYZA					
bonariensis (L.) Cronq.	Bäckström 1916	Skottsberg 1922:224	TFS	A	5
GAMOCHAETA					
stachydifolia (Lam.) Cabr.	Johow 1892	Johow 1896:62	TFS	P	2
HYPOCHAERIS					
glabra L. *	Stuessy *et al.* 1990	CONC	TFS	A	11
PSEUDOGNAPHALIUM					
cheiranthifolium (Lam.) Hilliard et B.L.Burtt	Johow 1892	Johow 1896:62	TFS	P	2
SILYBUM					
marianum (L.) Gaertner *	Stuessy *et al.* 1990	CONC	TFS	A	11
SONCHUS					
oleraceus L.	Johow 1892	Johow 1896:65	TFS	A	11
tenerrimus L. *	Stuessy *et al.* 1990	CONC	TFS	A	11

		CRUCIFERAE			
BRASSICA					
napus L.	Johow 1892	Johow 1896:110	TFS	A	11
MATTHIOLA					
incana (L.) R.Br.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TFS	P	11
		GERANIACEAE			
ERODIUM					
cicutarium (L.) L'Hér. ex Aiton	Johow 1892	Johow 1896:107	TFS	A	11
		MALVACEAE			
MALVA					
parviflora L.	Johow 1892	Johow 1896:108	TS	P	11
		PAPILIONACEAE			
MEDICAGO					
polymorpha L.	Skottsberg 1916	Skottsberg 1922:219	TFS	A	11
MELILOTUS					
indicus (L.) All.	Johow 1892	Johow 1896:89	TFS	A	11
		POLYGONACEAE			
RUMEX					
crispus L.	Johow 1892	Johow 1896:121	TFS	P	11
pulcher L.	Johow 1892	Johow 1896:121	TFS	P	11
		SOLANACEAE			
SOLANUM					
furcatum Dunal ex Poiret var. furcatum	Johow 1892	Johow 1896:83	TFS	A	2
		URTICACEAE			
URTICA					
urens L.	Johow 1892	Johow 1896:226	TS	A	11
		GRAMINEAE			
AVENA					
barbata Pott ex Link	Johow 1892	Johow 1896:138	TFS	A	11
BROMUS					
hordeaceus L. *	Stuessy *et al.* 1990	CONC	TFS	A	11

HORDEUM			
murinum L. ssp. murinum	Johow 1892	Johow 1896:141	TFS A 11

Apendice 2

Material estudiado de especies no citadas previamente.

Mas a Tierra

DICOTYLEDONEAE

APOCYNACEAE
Vinca major L.
Isla Masatierra. BRUNNER s/n. II-1958 (CONC 62653).

BORAGINACEAE

Myosotis arvensis (L.) Hill
Valle Colonial, cerca del bosque natural. MUÑOZ & SIERRA 7212. 10-XII-1965 (CONC, SGO).

Myosotis discolor Pers.
San Juan Bautista, S of the cemetery towards the main street. LOPEZ & PEÑAILLLO 11560. 7-II-1990 (CONC, OS).

CARYOPHYLLACEAE

Polycarpon tetraphyllum (L.) L.
Valle Colonial, en la playa. Sparre 66. 17-II-1955 (CONC).

CHENOPODIACEAE
Chenopodium ambrosioides L.
Valle Anson, 15 m. MARTICORENA & UGARTE 9185. 10-II-1980. (CONC, OS).

COMPOSITAE

Carthamus lanatus L.
Valle Anson, 15 m. MARTICORENA & UGARTE 9191. 10-II-1980 (CONC, OS).

Chamomilla recutita (L.) Rauschert
Alrededores de Bahía Cumberland, 10 m. ANGULO 147. 9-XI-1966 (CONC).

Chrysanthemum coronarium L.
Valle Anson, a lo largo de calle La Pólvora, 15 m. MARTICORENA & UGARTE 9193. 11-II-1980. (CONC, OS).
Cotula coronopifolia L.
Puerto Francés, 100 m. SPARRE 107. 23-II-1955 (CONC).

Crepis capillaris (L.) Wallr.
San Juan Baustista, S of the cemetery towards the main street. LOPEZ & PEÑAILILLO 11556. 7-II-1990 (CONC, OS).

Cynara cardunculus
La Vaquería, up from beach toward the N side of central quebrada, ca. 150 m. STUESSY, MATTHEI, SANDERS & VALDEBENITO 5499. 28-XI-1980 (CONC, OS).

Hypochaeris pumila Phil.
Quebrada de El Inglés, desde la orilla del mar hasta m/m 400 m. MUÑOZ & SIERRA 7349. 14-XII-1965 (CONC, SGO).

Hypochaeris radicata L.
Path from San Juan Bautista to La Hostería in Pangal. STUESSY, MATTHEI, SANDERS & VALDEBENITO 5463. 27-XI-1980 (CONC, OS).

Lapsana communis L.
Valle Colonial, entrada al bosque natural, 400 m. MUÑOZ & SIERRA 7213. 10-XII-1965 (CONC, SGO).

Senecio mikanioides Otto ex Walp.
Valle Colonial. SPARRE 115. 25-II-1955 (CONC).

Solidago chilensis Meyen
San Juan Bautista, calle La Pólvora. STUESSY & BAEZA 11481. 7-II-1990 (CONC, OS).

Sonchus tenerrimus L.
Bahía del Padre, up from boat dock. STUESSY & BAEZA 11037. 19-I-1990 (CONC, OS).

CRUCIFERAE

Hirschfeldia incana (L.) Lagr.-Fossat
San Juan Bautista, up sidewalk toward El Castillo. STUESSY & BAEZA 11459. 7-II-1990 (CONC, OS).

Lepidium bonariense L.
Valle Colonial, m/m 400 m. SPARRE 118. 25-II-1955 (CONC).

FUMARIACEAE

Fumaria capreolata L.
Between the cemetery by San Juan Bautista and the beach, 5 m. STUESSY, MATTHEI, SANDERS & VALDEBENITO 5436. 25-XI-1980 (CONC, OS).

GERANIACEAE

Geranium dissectum L.
Quebrada El Inglés. MUÑOZ & SIERRA 7335. 14-XII-1965 (CONC, SGO).

GUTTIFERAE

Hypericum perforatum L.
Cordón Salsipuedes, 440 m. Along trail (disturbed) growing with *Ugni molinae*. CRAWFORD, BAEZA & WIENS 11136. 22-I-1990 (CONC, OS).

LABIATAE

Mentha pulegium L.
Valle Colonial. SPARRE 111. 25-II-1955 (CONC).

Prunella vulgaris L.
Isla Masatierra. BRUNNER s/n. II-1958 (CONC 90427).

Stachys arvensis (L.) L.
San Juan Bautista, S of the cemetery toward the main street. LOPEZ & PEÑAILILLO 11558. 7-II-1990 (CONC, OS).

LINACEAE

Linum usitatissimum L.
From San Juan Bautista (El Palillo) to El Pangal on path to La Hostería. LOPEZ & PEÑAILILLO 11619. 10-II-1990 (CONC, OS).

MIMOSACEAE

Acacia dealbata Link
San Juan Bautista, between El Castillo and the electric generating plant of the town. STUESSY & LOPEZ 11455. 7-II-1990 (CONC, OS).

Albizia lophantha (Willd.) Benth.
Path from San Juan Bautista to La Hostería in Pangal. STUESSY, MATTHEI, SANDERS & VALDEBENITO 5466. 27-XI-1980 (CONC, OS).

ONAGRACEAE

Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton
Isla Masatierra. BRUNNER s/n. II-1958 (CONC 119356).

PAPAVERACEAE

Papaver somniferum L.
From La Punta (near airport) to Villagra on the road. 110 m. Common in La Lobería. BAEZA, LOPEZ & HUMAÑA 11701. 12-II-1990 (CONC, OS).

PAPILIONACEAE

Teline monspessulana (L.) K. Koch
Path toward Mirador de Selkirk up from San Juan Bautista. STUESSY, MATTHEI, SANDERS & VALDEBENITO 5432. 25-XI-1980 (CONC, OS).

Trifolium repens L.
San Juan Bautista, path to El Palillo near sea. RONDANELLI & HUMAÑA 11521. 7-II-1990 (CONC, OS).

POLYGONACEAE

Polygonum lapathifolium L.
San Juan Bautista, around the cemetery. LOPEZ & PEÑAILILLO 11549. 7-II-1990 (CONC, OS).

PRIMULACEAE

Anagallis arvensis L.
Valle Anson, 15 m. MARTICORENA & UGARTE 9188. 10-II-1980 (CONC, OS).

SCROPHULARIACEAE

Verbascum virgatum Stockes
San Juan Bautista, Cumberland Bay, near CONAF headquarters. PACHECO & VALDEBENITO 6282. 19-II-1984 (CONC, OS).

Veronica anagallis-aquatica L.
Camino entre Bahía Cumberland y El Pangal, 50 m. MARTICORENA, RODRIGUEZ & UGARTE 9206. 11-II-1980 (CONC, OS).

Veronica arvensis L.
Valle Colonial. MUÑOZ & SIERRA 7211. 10-XII-1965 (CONC, SGO).

SOLANACEAE

Datura stramonium L.
Valle Anson, 15 m. MARTICORENA & UGARTE 9186. 10-II-1980 (CONC, OS).

Nicotiana tabacum L.
Plazoleta del Yunque, 250 m. LOPEZ 48. 12-IV-1983 (CONC).

UMBELLIFERAE

Conium maculatum L.
Up Pangal gorge. STUESSY, CRAWFORD, RUIZ & LANDERO 6204. 15-I-1984 (CONC, OS).

MONOCOTYLEDONEAE

GRAMINEAE

Agrostis stolonifera L.
San Juan Bautista, path to El Palillo near sea. RONDANELLI & HUMAÑA 11522. 7-II-1990 (CONC, OS).

Briza maxima L.
Alrededores de Bahía Cumberland. ANGULO 160. 9-XI-1966. (CONC).

Digitaria sanguinalis (L.) Scop.
Valle Colonial. SPARRE 73. 17-II-1955 (CONC).

Vulpia myuros (L.) C.Gmelin var. *megalura* (Nutt.) Auq.
Aeropuerto Acevedo, Punta Isla. 320 m. STUESSY, MATTHEI, SANDERS & VALDEBENITO 5301 (CONC, OS).

IRIDACEAE
Crocosmia x crocosmiiflora (Lemoine ex Burb. ex Dean) N.E. Br. Masatierra. REVUELTA & MANN 13. II-1968 (CONC).

MAS AFUERA

DICOTYLEDONEAE

AMARANTHACEAE

Amaranthus deflexus L.
Village at the mouth of Quebrada Casas, 5 m. SEPULVEDA & LAMMERS 8340. 7-II-1986 (CONC, OS).

CARYOPHYLLACEAE

Polycarpon tetraphyllum (L.) L.
Quebrada El Ovalo. MUÑOZ & SIERRA 7075. 28-XI-1965 (CONC, OS).

COMPOSITAE

Bidens pilosa L.
Village at mouth of Quebrada Casas, 10 m. STUESSY & LAMMERS 8441. 11-II-1986 (CONC, OS).

Hypochaeris glabra L.
Quebrada Pasto, the fourth and most northern branch, 1160 m. STUESSY & LAMMERS 9417. 29-I-1986 (CONC, OS).

Hypochaeris radicata L.
Quebrada de La Colonia, al fondo. MUÑOZ & SIERRA 7185. 30-XI-1965 (CONC, SGO).

Sonchus tenerrimus L.
In and around small village at mouth of Quebrada Casas, 5 m. STUESSY, CRAWFORD, PACHECO, VALDEBENITO, RUIZ & LANDERO 6347. 23-I-1984 (CONC,OS).

CRUCIFERAE

Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek
North branch of Quebrada Varadero, at the third waterfall, 150 m. RUIZ & LANDERO 8280. 4-II-1986 (CONC, OS).

EUPHORBIACEAE
Euphorbia peplus L.
In and around small village at mouth of Quebrada Casas, 5 m. STUESSY, CRAWFORD, PACHECO, VALDEBENITO, RUIZ & LANDERO 6346. 23-I-1984 (CONC, OS).

GERANIACEAE

Geranium core-core Steud.
Quebrada de La Colonia, entre el último *Eucalyptus* y Morro Capitán. MUÑOZ & SIERRA 7028. 27-XI-1965 (CONC, SGO).

GUTTIFERAE

Hypericum perforatum L.
In and around small village at mouth of Quebrada Casas, 5 m. STUESSY, CRAWFORD, PACHECO, VALDEBENITO, RUIZ & LANDERO 6351. 23-I-1984 (CONC, OS).

ONAGRACEAE

Oenothera affinis Cambess.
Quebrada de La Colonia, entre el último *Eucalyptus* y Morro Capitán, 200 m. MUÑOZ & SIERRA 7052. 27-XI-1965 (CONC, SGO).

Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton
Quebrada de La Colonia, al fondo. MUÑOZ & SIERRA 7160. 30-XI-1965 (CONC, SGO).

OXALIDACEAE

Oxalis micrantha Bertero ex Colla
Quebrada Sánchez, 500 m. GAETE & SEPULVEDA 8432. 9-II-1986 (CONC, OS).

PAPILIONACEAE

Trifolium campestre Schreber
Quebrada del Cementerio, camino a la choza. MUÑOZ & SIERRA 7131. 29-XI-1965 (CONC, SGO).

POLYGONACEAE

Polygonum aviculare L.
Aroun houses at mouth of Quebrada Casas, 10 m. SEPULVEDA 8063. 18-I- 1986 (CONC, OS).

PORTULACACEAE

Portulaca oleracea L.
Village at the mouth of Quebrada Casas. SEPULVEDA & LAMMERS 8336. 7-II-1986 (CONC, OS).

ROSACEAE

Rubus ulmifolius Schott
Quebrada del Helecho Bonito, 600 m. MUÑOZ & SIERRA 7133. 29-XI-1965 (CONC, SGO).

SCROPHULARIACEAE

Digitalis purpurea L.
Quebrada del Helecho Bonito, 600 m. MUÑOZ & SIERRA 7151. 29-XI-1965 (CONC, SGO).

Kickxia elatine (L.) Dumort.
Village at the mouth of Quebrada Casas, 5 m. SEPULVEDA & LAMMERS 8338. 7-II-1986 (CONC, OS).

Verbascum thapsus L.
In and around small village at mouth of Quebrada Casas, 5 m. STUESSY, CRAWFORD, PACHECO, VALDEBENITO, RUIZ & LANDERO 6344. 23-I-1984 (CONC, OS).

UMBELLIFERAE

Conium maculatum L.
In and around small village at mouth of Quebrada Casas, 5 m. STUESSY, CRAWFORD, PACHECO, VALDEBENITO, RUIZ & LANDERO 6340. 23-I-1984 (CONC, OS).

MONOCOTYLEDONEAE

GRAMINEAE

Cynosurus echinatus L.
Quebrada del Cementerio, camino a la choza. MUÑOZ & SIERRA 7132. 29-XI-1965 (CONC, SGO).

Vulpia myuros (L.) C.C. Gmelin var. *megalura* (Nutt.) Auq.Quebrada de El Ovalo, mirando al mar, 5 m. MUÑOZ & SIERRA 7085. 28-XI-1965 (CONC, SGO).

SANTA CLARA

DICOTYLEDONEAE

COMPOSITAE

Hypochaeris glabra L.
Morro Spartán, 4 m. STUESSY, STUESSY, BAEZA & PEÑAILILLO 11353. 2-II-1990 (CONC, OS).

Silybum marianum (L.) Gaertner
Up from Morro Spartán toward flat table top, 200 m. STUESSY, STUESSY, BAEZA & PEÑAILILLO 11346. 2-II-1990 (CONC, OS).
Sonchus tenerrimus L.
Morro Spartán, 4 m. STUESSY, STUESSY, BAEZA & PEÑAILILLO 11343. 2-II-1990 (CONC, OS).

MONOCOTYLEDONEAE

GRAMINEAE

Bromus hordeaceus L.
Up to Morro Spartán toward flat table top, 180 m. STUESSY, STUESSY, BAEZA & PEÑAILILLO 11343. 2-II-1990 (CONC, OS).

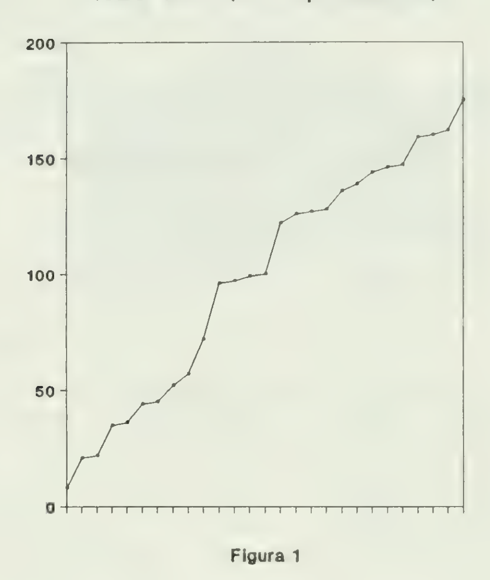


Figura 1

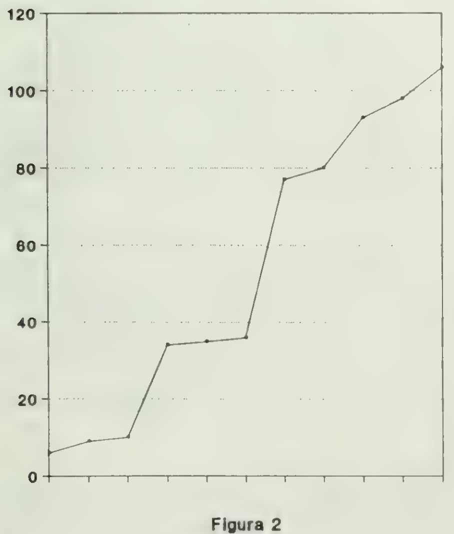


Figura 2

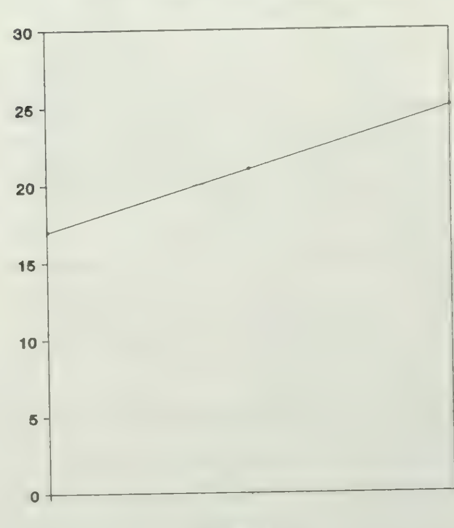


Figura 3

Masatierra
Número de especies

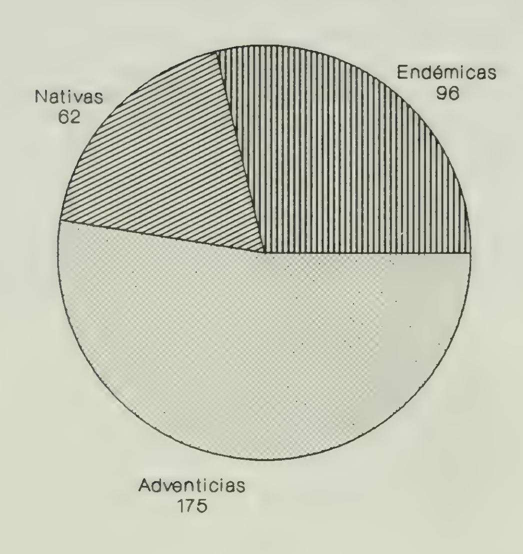


Figura 4

Santa Clara
Número de especies

Masafuera
Número de especies

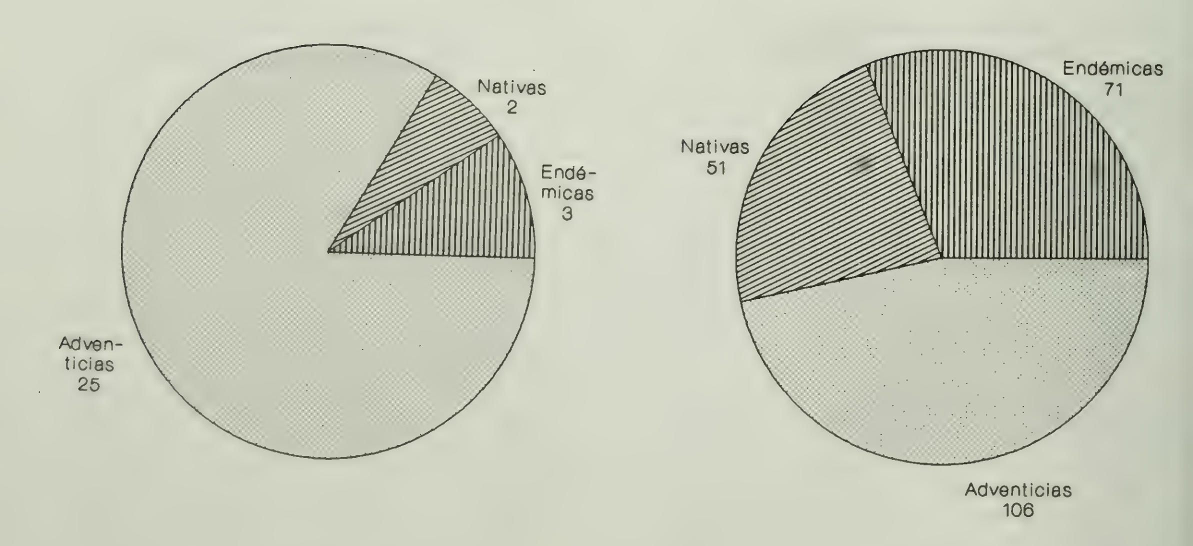


Figura 6

Figura 5

Fecha de Publicación Diciembre 1993

Gayana Bot. 50(2): 103-110. 1993 ISSN 0016-5301

LA VEGETACION EN LA CUENCA DEL ALTO BIOBIO (CHILE). II. COMUNIDADES, CLASIFICACION Y DINAMICA

THE VEGETATION OF THE ALTO BIOBIO BASIN (CHILE). II. COMMUNITIES, CLASSIFICATION AND DYNAMICS

Eduardo A. Ugarte,* Ralph J. Boerner **Juan C. Barrientos*

RESUMEN

Se entregan los resultados del análisis mediante métodos multivariados, de las comunidades vegetales del Alto Biobío descritas en una publicación anterior. Se contrasta la tipología propuesta con lo indicado por métodos de ordenación y clasificación. Se discuten también los patrones de interrelación dinámica que, en la actualidad, son discernibles en la vegetación.

Palabras claves: Ecología, vegetación, clasificación, ordenación, sucesión.

ABSTRACT

Results from the analysis using multivariate methods of plant communities from Alto Biobío reported in a previous paper are presented. What is suggested by ordinations and cluster analysis is contrasted with the typological scheme then proposed. Present patterns of succesional dynamics in the vegetation are also discussed.

Keywords: Ecology, vegetation, classification, ordination, succession.

INTRODUCCION

La cabecera del valle que determina el curso superior del río Biobío, se encuentra tapizada por vegetación, en la cual, la influencia humana se ha hecho sentir desde antes de la llegada de los españoles (Villalobos, 1989).

Ugarte y Barrientos (1991) han propuesto un esquema de tipos fisonómico-estructurales en una primera aproximación a la clasificación de la vegetación, utilizando la metodología europea.

La compartimentalización artificial que puede derivarse de una aproximación clasificatoria ha conducido a que los seguidores de la hipótesis del continuo prefieran, como alternativa, aplicar métodos para ordenar los datos (Matteucci & Colma, 1982).

En realidad, ambos enfoques han demostrado ser complementarios. Se reconoce que las disecciones, en mayor o menor grado arbitrarias, que impone una clasificación, tienen valor práctico por sobre la variación, naturalmente continua, de las comunidades vegetales (Gauch, 1982).

En este trabajo se dan a conocer los resultados del análisis de la información entregada por Ugarte y Barrientos (l.c.), utilizando técnicas multivariadas de ordenación y alternativas de clasificación, mediante métodos de aglomeración.

En esa perspectiva se intenta visualizar los factores que pudieran estar influenciando a la vegetación, ahora concebida como un continuo de variación, en su relación con los gradientes ambientales. De este modo, la ordenación es utilizada como una herramienta para reducir la dimensionalidad del espacio vegetacional, determinando relaciones y tendencias a partir de los datos vegetacionales ordenados (Matteucci & Colma, l.c.).

*Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de concepción, Casilla 2407, Concepción, Chile.
**Department of Plant Biology. 1735 Neil Av. Columbus, OH 43210.1293.U.S.A.

MATERIALES Y METODOS

El método de obtención, las características y la composición de las unidades de muestra y material de referencia se encuentran en Ugarte y Barrientos (l.c.).

Las ordenaciones fueron obtenidas utilizando la versión Fortran de DECORANA (Hill & Gauch, 1980; Gauch, 1982) que es una versión mejorada del método de promedios recíprocos (Hill, 1973). Este método ha sido utilizado, en forma preferente, en análisis de vegetación pues responde bien a dimensiones múltiples de variación y valores altos de diversidad beta, junto con entregar ejes libres de inversión o convolución terminal (Hill & Gauch, 1980; Gauch, 1982). En la preparación de las matrices se utilizó datos no transformados incluyendo, en una primera fase, toda la información, disminuyendo luego el valor relativo de las especies raras y, finalmente, excluyendo a *Chusquea* de la matriz.

El análisis de agrupamiento se realizó utilizando los programas ACOM (Navarro, 1984) y de Ludwig y Reynolds (1988). Se ensayaron los siguientes índices cuantitativos: Coeficiente comunitario, Horn, Morisita modificado por Wilson, Winer y Similitud basada en distancia euclidiana. Además de Jaccard, Sokal-Michener y Dice basados en presencia-ausencia.

Se empleó sólo el algoritmo de agrupación UPGMA según recomendaciones en Romesburg (1984). La efectividad de la aglomeración se verificó por comparación con las ordenaciones, la experiencia de los autores con la vegetación analizada, y el análisis fitosociológico de Ugarte y Barrientos (1991).

RESULTADOS

1. Ordenaciones

Las ordenaciones se practicaron sobre 24 unidades muestrales con 104 especies. DECORANA calcula solamente las cuatro primeras raíces latentes, por lo cual ellas son una medida relativa de la variación explicada en cada eje.

1.1. Utilizando toda la información

Las raíces latentes extraídas por DECORANA son 0.83; 0.48; 0.32 y 0.24. Los valores indican una dirección de variación dominante y una secundaria en los datos. El largo de gradiente asociado a los ejes 1, 2 y 3 (DCA 1, 2 y 3) fue de 6.79, 5.02 y 5.15 desviaciones estándar (DS) respectivamente. Un 70 % de la variación es explicada por los ejes 1 y 2 que se incluyen aquí. Se registró un aumento gradual en los valores coincidiendo con aumentos en la complejidad estructural de la vegetación.

En la figura 1 se muestra gráficamente la ordenación resultante. Los valores más bajos (extremo izquierdo en figura 1) corresponden a unidades de pastizal, típicamente "coironales" de *Festuca* o *Stipa*, un grupo degradado por sobrepastoreo, correspondiente a comunidades dominadas por *Mulinum spinosum*, *Acaena sericea* o *Acaena pinnatifida*. Estos últimos se ubicaron con valores más bajos en el segundo eje.

En el sector central, con valores entre 2 y 4 DS, se encuentra la comunidad de *Nothofagus antarctica* (ñirre) y *Araucaria araucana* (araucaria) que intergrada con el coironal y luego con el bosque abierto de ñirres y roble (*Nothofagus obliqua*).

En seguida, hacia valores más altos en el primer eje, se ubican muestras correspondientes a bosque abierto, degradado, tanto de ñirre-araucaria como de lenga (*Nothofagus pumilio*)-araucaria-coigüe (*Nothofagus dombeyi*) explotado y degradado.

En el extremo del primer eje y con los valores más altos se ubican, como grupo bien definido, los stands correspondientes al bosque de lenga-araucaria-coigüe. Este conjunto presenta la mayor cohesión y la menor variación respecto del segundo eje, el cual parece estar relacionado con perturbación antrópica. En la mayor parte de ellos, *Chusquea sp.* (quila) es abundante en los estratos intermedios y/o bajos. Para verificar la posible influencia de *Chusquea* en la ordenación de los stands, se procedió a reordenarlos después de eliminar a esta especie de la matriz de DECORANA.

1.2. Ordenación después de extraer *Chusquea*

Las raíces latentes fueron 0.87, 0.47, 0.34 y el largo de gradiente asociado a los tres primeros ejes 7.80, 4.55 y 4.54 DS, respectivamente.

Aunque la posición relativa de los stands no

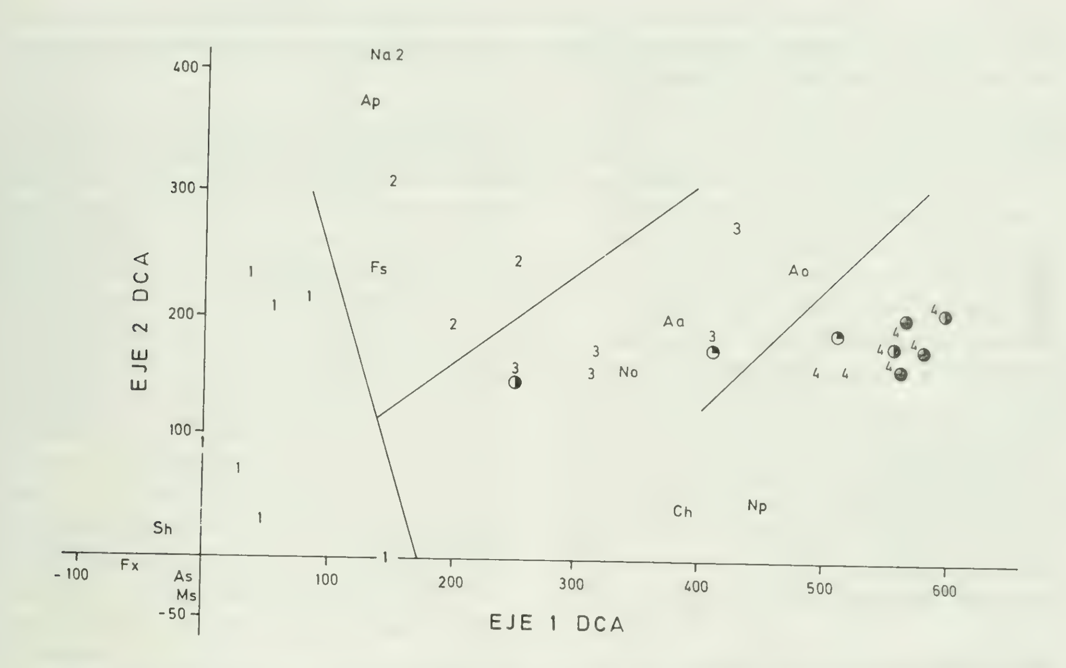


Fig. 1. Ordenación usando análisis DECORANA para muestras de vegetación del Alto Biobío. Especies: Aa: *Araucaria araucana*, Ap: *Acaena pinnatifida*, Ao: Acaena ovalifolia, As: Acaena sericea, Ch: *Chusquea* sp., Fs: Festuca scabriuscula, Fx: Festuca sp., Ms: *Mulinum spinosum*, Na: *Nothofagus antarctica*, No: *Nothofagus obliqua*, Np: *Nothofagus pumilio*, Sh: *Stipa humilis*. Sección negra del círculo representa abundancia relativa de *Chusquea* sp. Relevamientos: 1: Pastizal, valores más cercanos al origen corresponden a pastizal fuertemente degradado. 2: Bosque abierto de ñirre y araucaria. 3: Bosque abierto, degradado, de ñirre y araucaria o lenga, coigüe y araucaria. 4: Bosque cerrado de lenga, coigüe y araucaria.

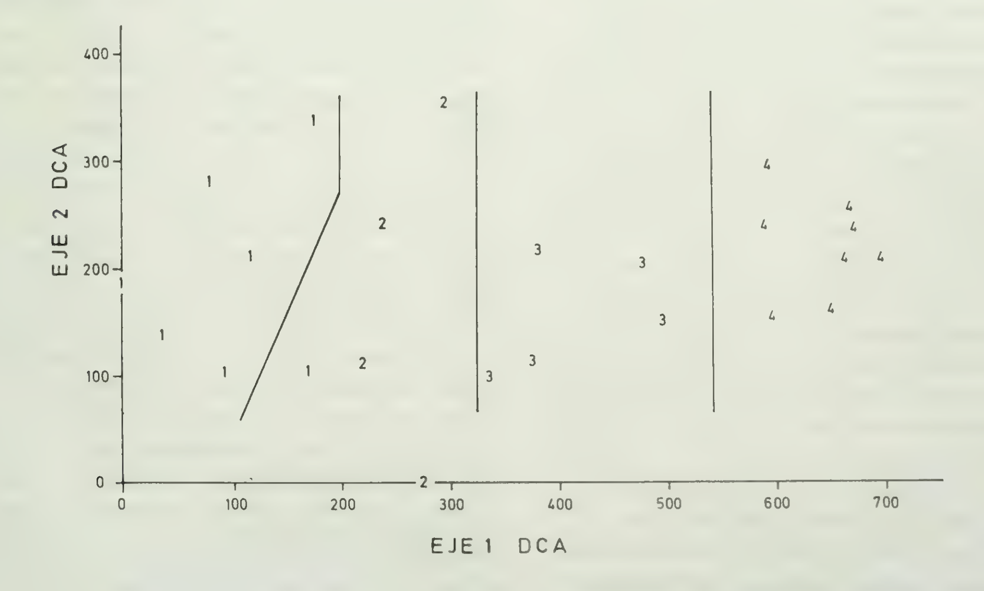


Fig. 2. Ordenación usando análisis DECORANA para muestras de vegetación del Alto Biobío después de extraer *Chusquea*. Significado de los símbolos como en figura 1.

TABLA I. Relevamientos fitosociológicos ordenados según posición en el primer eje extraído por DECORANA. Los valores corresponden a porcentajes de cobertura, aquéllos inferiores a 1% señalados con +. Especies con constancia <=2 en Ugarte y Barrientos (1991).

RELEVAMIENTO	1b	13	1	19	14	12	2	17	4	18	10	3b	16	4b	21	3	9	6	20	8	7	5	11	15
Número de especies	14	13	15	9	12	5	10	11	6	18	10	6	21	9	13	13	18	9	11	17	9	10	8	10
ESPECIES																								
Drimys andina	63	.	63																					
Perezia prenanthoides	3	3	.	1																				
Anemone antucensis	1	1	1	1																				
Viola sp.	3	2	.	.	9																			
Adenocaulon chilense	3	1	+	+	1	.	.	1																
Alstroemeria aurea		63	1	9	1	.	1	3																
Berberis serrato-dentata			1	.	19	.	1																	
Nothofagus dombeyi	63	.	63	.	.	.	88	9																
Maytenus disticha	19	3	1	.	9	63	.	.		.	9													
Ribes magellanicum	1	.	.	+	.	1	.	.		.	+													
Myoschilos oblongum		1	.	1	.	.	1	.		.	1													
Vicia sp.		1	.	1	.	.	.	1		+	+													
Acaena ovalifolia	1	.	1	.	.	.	1	.		.	.	.	.	+										
Nothofagus pumilio	1	63	1	63	9	88	.	19																
Osmorhiza chilensis		1	1	.	1	.	.	9		1	1	1	.	+										
Berberis rotundifolia		1	.	.	.	1	.	1		+	.	.	.	.	.	.	+							
Chusquea sp.	38	88	88	63	38	.	19	1		.	38	1	.	3	38	.	.	1	.		.	.	1	
Araucaria araucana					63	.	88	.		88	63	88	88	.	1									
Nothofagus obliqua						19	.	.		.	.	.	.	63										
Elymus sp.								+		.	1	1	.	.	1									
Fragaria chiloensis							1	9		.	.	3	.	.	1	.	1							
Madia sativa												1	1	+										
Cerastium arvense										1	.	+	.	.	.	1	.	.	1					
Berberis buxifolia								3		.	1	.	.	.	1	1	.	19	.		.	.	1	
Rumex acetosella										1	.	3	19	.	3	1	1	.	.		1	19	.	1
Festuca scabriuscula										38	38	1	.	.	88	1	19	1	.		.	63	63	2
Nothofagus antarctica										9	1	63	.	.	19	1	63	9						
Acaena pinnatifida												3	19	.	1	.	1	.	1		.	9		
Taraxacum officinale												3	1	.	.	1	.	38	19		.	9		
Geranium sp.														1	.	1	.	.	1					
Galium suffruticosum												+	.	.	1	.	.	.	1		.	.	1	1
Carex sp.															1	.	.	1	1					
Acaena sericea																38	.	.	.		1	1	.	38
Mulinum spinosum																					38	.	1	9
Baccharis magellanica																19	.	.	1		19	19	.	19
Juncus sp.																		1	1		.	1		
Agrostis leptotricha																			1		1	.	1	
Stipa humilis																			38		1	.	9	

cambió significativamente, como se observa en la figura 2, se obtuvo, en general, una disposición más uniforme de ellos a lo largo de los dos primeros ejes, que permiten explicar un 70% de la variación.

Los principales desplazamientos se verificaron sobre el segundo eje, en el cual valores altos de roble, coigüe y lenga y la presencia de quila, tienden a aumentar los valores. Araucaria, ñirre y la ausencia de quila, en cambio, tienden a disminuirlos.

1.3. Ordenación disminuyendo la importancia de las especies raras

Al utilizar la opción de análisis que permite disminuir el valor relativo de las especies "raras", con el fin de evitar posibles distorsiones por valores anormales, no se produjeron cambios significativos en el ordenamiento de los *stands*, con respecto al obtenido utilizando toda la información (punto 1.1). Por esta razón esta ordenación no es incluida en esta publicación.

En la tabla I se presentan los relevamientos y a las especies dispuestas según los valores determinados por DECORANA para la ordenación usando el total de información. En la tabla se ordena el continuo vegetacional entre el extremo izquierdo que agrupa rodales de bosque correspondientes al tipo "Bosque de lenga-coigüe-araucaria" (Ugarte y Barrientos, 1991) y los coironales, que representan la mayor simplificación estructural.

Chusquea sp., Araucaria araucana, y *Festuca scabriuscula* presentan sobreposición parcial en sus distribuciones que, en conjunto, ocupan toda la extensión del gradiente.

La variante con *Drimys andina* ocupó el extremo del gradiente correspondiendo, probablemente, con una condición más cercana a la vegetación original. En este sector son importantes *Nothofagus pumilio, Nothofagus dombeyi Maytenus disticha, Alstroemeria aurea* y, en parte, *Araucaria araucana.* Esta última, junto con *Chusquea* sp., que es muy relevante en el bosque, extienden su distribución hacia el cuerpo central de la tabla.

Hacia el centro de la tabla I, se ubican rodales producto de la degradación del bosque, tanto de lenga-coigüe-araucaria como de roble. Estos a su vez se ubican vecinos a rodales de ñirre-araucaria en los que son importantes *Nothofagus antarctica*, y en parte, *Araucaria araucana.*

En el extremo derecho se ubicaron rodales pertenecientes al "coironal" o pastizal de altura en los que son importantes *Festuca scabriuscula, Acaena pinnatifida* y *Baccharis magellanica.* También adquieren importancia, sobre todo en condiciones de sobrepastoreo y aridez extrema, *Acaena sericea* y *Mulinum spinosum,* o por condición edáfica, *Stipa humilis.*

2. Clasificación por análisis de conglomerados (cluster analysis)

De las ocho fórmulas ensayadas, en general dieron mejor resultado aquéllas basadas en presencia-ausencia.

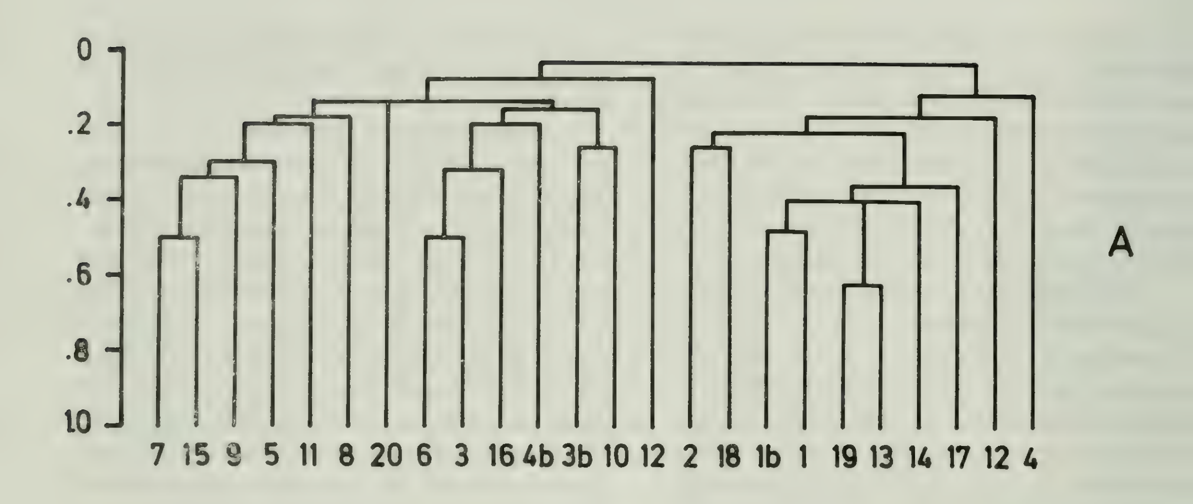
Entre los índices cuantitativos el más adecuado fue el coeficiente comunitario. El índice de Morisita modificado por Horn determinó un dendrograma igual, excepto por la posición de un rodal. Los otros cuantitativos, aunque concordaron en la disposición de los grupos estructurales básicos (bosque, pastizal), presentaron algunos agrupamientos obviamente inapropiados a nivel de rodal. El índice basado en distancia euclidiana parece dar excesivo peso a las especies dominantes, lo que condujo a algunos agrupamientos no lógicos. En consecuencia, sólo el dendrograma basado en el coeficiente comunitario ha sido incluido en la figura 3.

De los índices basados en presencia-ausencia, el de Jaccard entregó la agrupación más adecuada. Aunque concuerda con el del coeficiente comunitario, indica una conexión más natural para los rodales 3b, 10 y 4, como se aprecia en la figura 3 y se puede verificar en la tabla I. Si bien los agrupamientos se establecen a niveles más bajos de similaridad, el dendrograma obtenido con la función de Jaccard concuerda bien con lo establecido por la ordenación y la clasificación tabular (Ugarte y Barrientos, 1991) en cuanto a agrupar los extremos en el coironal, separando aquéllos degradados, ubicando en posición intermedia al bosque bajo de ñirre-araucaria, que comparte especies herbáceas con el coironal, y rodales correspondientes a degradación extrema del bosque de lenga-coigüe-araucaria o roble abierto.

El agrupamiento de los rodales relacionados al bosque de lenga-coigüe-araucaria resulta adecuado pues confirma la variante *Drimys andina* y el "Krummholz" de lenga es conectado a niveles más bajos de similaridad (rel.12) al igual que el bosque alterado en los estratos inferiores (rel.4).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El enclave del Alto Biobío, en una cuenca intramontañosa de origen Terciario, ha determinado, en el largo plazo, el clima local y las características globales de la vegetación. El desarrollo



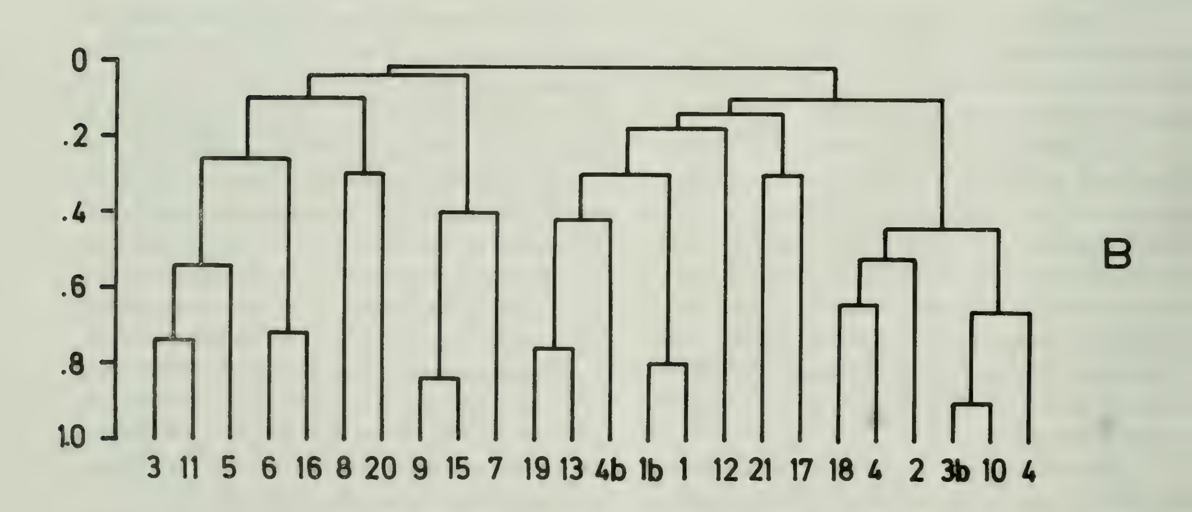


Fig. 3. Dendrogramas obtenidos para muestras de vegetación del Alto Biobío; A: utilizando coeficiente de Jaccard, B: utilizando coeficiente de comunidad.

morfogenético derivado de las glaciaciones y el volcanismo (Mardones, 1991), consecuentemente, debe haber constituido el segundo factor que ha afectado a la vegetación del área. Por último, las actividades humanas se constituyen en el tercer factor que debe estar determinando el curso de la sucesión vegetal, entendida aquí como cualquier cambio cualitativo en la vegetación de un área en escala anual (Van der Valk, 1985).

Las tres grandes unidades de relieve señaladas por Mardones (l.c.) se correlacionan en buena forma con los tipos de vegetación determinados por Ugarte y Barrientos (l.c.). El bosque de lenga-coigüe-araucaria (LCA), el bosque achaparrado en la línea de crecimiento arbóreo y el bosque de roble (R) ocupan los cordones occidentales, mientras que el bosque de ñirre-araucaria (ÑA) y los coironales ocupan las planicies altoandinas y las plataformas orientales.

Es razonable suponer que el contacto entre el bosque de LCA y el de ÑA debe haber estado determinado, en alguna medida, por las glaciaciones cuaternarias, en particular, si no hubo desarrollo de ambiente periglacial (Mardones, com. pers.). Esto pudo haber determinado un tiempo de desarrollo más largo para el bosque de LCA y una mayor estabilidad con respecto a los otros tipos de vegetación. De este modo podría justificarse, al menos en parte, la aceleración del gradiente en el contacto entre el bosque de LCA y de ÑA, el que indudablemente, en la actualidad, se encuentra afectado por las actividades de corta y quema del bosque de ÑA, que acentúa la definición entre ambos.

El bosque de ÑA, cuya relación con el coironal es siempre gradual o siguiendo patrones de interdigitación, debe haberse conformado con posterioridad a la retirada de los hielos glaciares y por recolonización desde el bosque de LCA y de la estepa argentina. Su ubicación actual, en fondos de valle y sectores más expuestos, debería justificarse primariamente por factores de hábitat físico (temperatura, humedad) modificados, en forma secundaria, por actividades antrópicas, principalmente el despeje de áreas y su utilización por el ganado. Es claro, en el área, que la apertura del bosque de ÑA trae consigo la expansión local del coironal. También es evidente que en este último es el sobrepastoreo el factor determinante de la sucesión, como lo indican claramente extensos sectores colonizados por *Mulinum y Acaena* y la alta proporción de suelo desnudo, sujeto a erosión eólica.

La degradación del bosque de LCA, de roble y de ÑA determina los valores más altos de diversidad beta en el sector central de las ordenaciones, cuyos extremos están ocupados por el bosque de LCA y el coironal. Es interesante la posición central en la ordenación de *Araucaria araucana*, haciendo de nexo entre LCA y ÑA. Para conformar este último tipo, debió haber recolonizado las áreas bajas al retirarse los hielos. Esta especie ocupa una notable diversidad de hábitat locales, lo que contrasta con su actual distribución geográfica restringida y disyunta entre la Cordillera de los Andes y la de Nahuelbuta.

También parece fundamental para la sucesión el rol de *Chusquea* sp. cuya posible interferencia con la regeneración del bosque necesita ser establecida con mayor precisión, tanto en lo que se refiere a competencia por espacio o luz, como en su relación con el fuego o efectos "nodriza" sobre otras especies. El posible rol de *Chusquea* en la regeneración y en la sucesión del bosque nativo ha sido señalado, en términos generales, por varios autores (Veblen & Schlegel, 1982).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Programa de Cooperación 1084 ICU/Chile. Proyecto EULA 11.4 parte del financiamiento. Enmarcado en el desarrollo del Proyecto Fondecyt 89- 0692 "Estudio Geográfico integrado de la cuenca del Alto Biobío. Bases para su planificación ecológica".

BIBLIOGRAFIA

Gauch, H. G. 1982. Multivariate Analysis in Community Ecology. Cambridge University Press. 298 pp.

Hill, M. O. 1973. Reciprocal averaging: an eigen vector method of ordination. J. Ecol. 61:237-249.

Hill, M. O. & H. G. Gauch. 1980. Detrended correspondence analysis, an improved ordination technique. Vegetation 42:47-58.

Ludwig, J.A. & J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing. John Wiley and Sons, New York. 337 pp.

Mardones, M. 1991. Geomorfología del curso superior de la hoya del Biobío. Terra Australis 34: 69-76.

Matteucci, S. D. & A. Colma. 1982. Metodología

 ISSN 0016-5301

para el Estudio de la Vegetación. Monografía Nº 22, serie Biología. O.E.A. 168 pp.

NAVARRO, R. A. 1984. Programa computacional para el análisis numérico de comunidades: diversidad y sobreposición. Medio Ambiente 7:82-87.

ROMESBURG, H. CHARLES. 1984. Cluster Analysis for Researchers. Lifetime Learning Publications. Belmont, California, USA. 334 pp.

UGARTE, E. A. Y C. BARRIENTOS. 1991. La vegetación en la cuenca del Biobío. I. Una aproximación fisonómico-estructural. Terra Australis 35:67-79.

VAN DER VALK, A.G. 1985. Vegetation dynamics of prairie glacial marshes. En: J. White (ed.) "The Population Structure of Vegetation". Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Holanda.

VEBLEN, T & F. M. SCHLEGEL. 1982. Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. Bosque 4:73-115.

VILLALOBOS, S.R. 1989. Los Pehuenches en la Vida Fronteriza. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 269 pp.

Fecha de Publicación Diciembre 1993

REGLAMENTO DE PUBLICACION DE LA REVISTA GAYANA BOTANICA

La revista Gayana Botánica, dedicada al naturalista francés Claudio Gay, es el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en las áreas de la botánica. Su aparición es periódica, de un volumen anual compuesto por dos números.

La revista recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas del presente Reglamento. La recepción es permanente. Acepta trabajos escritos en español e inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al editor.

Los manuscritos de los trabajos presentados a Gayana deberán ceñirse a lo establecido en el presente reglamento; los manuscritos que no cumplan con esta reglamentación serán devueltos a los autores antes de incorporarlos al proceso de revisión.

No se aceptarán trabajos (fitoquímicos, ecológicos, citológicos, etc.) que no estén respaldados por materiales depositados en herbarios estatales o institucionales de fácil acceso a la comunidad científica.

Gayana Botánica recibe además libros para ser comentados y publica sin costo, luego de ser aceptados por el Comité Editor, comentarios de libros, comunicaciones de eventos científicos y obituarios.

Los trabajos deberán ser entregados en un original y dos copias, en papel tamaño carta, a doble espacio, con las páginas numeradas, incluyendo lecturas de figuras, tablas, fotos y otros textos adicionales. También deberá entregarse un disco de computador con el texto completo, formateado para computadores Apple Macintosh o IBM/PC. Los trabajos podrán ser entregados en los siguientes procesadores de textos: MacWrite, Microsoft Words, Wordstar y WordPerfect.

Los trabajos se enviarán a pares para su evaluación. El Director de la revista, asesorado por el Comité Asesor Técnico, se reserva el derecho de rechazar un trabajo.

Títulos

El título principal debe ir todo escrito en mayúsculas en castellano y en inglés, sin subrayar, y debe expresar el contenido real del trabajo.

Autores

Los nombres de los autores deben escribirse en mayúsculas y minúsculas. A continuación se colocará el lugar de trabajo y dirección del o los autores.

Texto

En la presentación del texto se aconseja seguir el siguiente orden: RESUMEN, ABSTRACT, PALABRAS CLAVES, KEYWORDS, INTRODUCCION, MATERIALES Y METODOS, RESULTADOS, DISCUSION Y CONCLUSIONES, AGRADECIMIENTOS Y BIBLIOGRAFIA. Si por alguna circunstancia especial el trabajo debe ser publicado en forma diferente al orden anterior el autor deberá exponer su petición al Editor.

Los nombres científicos y las locuciones latinas serán las únicas palabras que irán en cursiva en el texto. La primera vez que se cita un taxon de nivel específico o inferior, deberá hacerse con su nombre científico completo, incluyendo autor; las abreviaturas de los nombres de autores se harán de acuerdo a las propuestas por R.K. Brummitt y C.E. Powell (eds.), Authors of plants names. Kew. 1992.

Los párrafos se escribirán sin sangría y sin espacio (doble interlínea) entre un párrafo y otro. En lo posible evitar las palabras subrayadas, si es necesario destacar algo utilizar **negrita**. Los nombres científicos cuando encabezan un párrafo irán en ***negrita cursiva.***

Las medidas se expresarán en unidades del sistema métrico, separando los decimales con coma (0,5) o con punto (0.5) si el texto es en inglés.

Las citas en el texto incluirán nombre del autor y año (ejemplo: Smith, 1952). Si hay dos autores se citarán separados por & (ejemplo: Gómez & Sandoval, 1945). Si hay más de dos autores, sólo se citará el primero seguido de la expresión *et al.* (ejemplo: Stuessy *et al.* 1991). Si hay varios trabajos de un autor(es) en un mismo año, se citará con una letra en secuencia adosada al año (ejemplo: 1952a, 1952b, etc.).

La BIBLIOGRAFIA incluirá sólo las referencias citadas en el texto, ordenadas alfabéticamente por el apellido del primer autor, sin número que lo anteceda y sin sangría. Los nombres de los autores se escribirán en mayúscula, colocando un punto antes y después del año de publicación (ejemplo: SMITH, J.G. & A.K. COLLINS. 1983.) Las abreviaturas de títulos de revistas se escribirán de acuerdo al B-P-H y Suplemento (Botanico-Periodicum-Huntianum). Para las referencias que son volúmenes siga los siguientes ejemplos: Revista Biol. Mar. 4(1): 284-295; Taxon 23: 148-170. Para las abreviaturas de títulos de libros se deberá usar lo propuesto en Taxonomic Literature (Stafleu & Cowan, 1976-1988).

Estudios taxonómicos

La nomenclatura se regirá por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

La cita bibliográfica de los taxa y su sinonimia deberá escribirse así:
Lapageria rosea Ruiz et Pavón, Fl. Peruv. Chil. 3: 65. 1802.
Lobelia bridgesii Hook. et Arn., J. Bot. (Hooker) 1: 278. 1834.

Las claves se confeccionarán siguiendo el tipo indentado.

En el material estudiado de los taxa se sugiere el orden siguiente en la mención de los datos: País (en mayúscula); Región; Provincia (Prov.); localidad; fecha; apellido del colector y número; sigla del herbario donde está depositado el material (en mayúscula y entre paréntesis). Ejemplo: CHILE, III Región, Prov. Huasco, camino de Vallenar a San Félix, km. 45, 1280 m, 24-VII-1984, PEREZ & ROJAS 693 (CONC); ...

Si la cantidad de especies tratadas es considerable, al final del texto deberá incluirse un índice de nombres científicos y un índice de colectores.

Figuras

Los dibujos y fotografías se numerarán en orden correlativo con números árabes.

Los dibujos deben ser de alto contraste, con líneas de grosor apropiado para las reducciones y llevar una escala de comparación para la determinación del aumento.

Las fotografías serán en blanco y negro o en color, brillantes, de grano fino y buen contraste y deben ser acompañadas de una escala de comparación para la determinación del aumento. La inclusión de fotografías y dibujos en color se consultará previamente al Director de la Revista.

No se aceptarán fotografías y dibujos agrupados en la misma lámina. Las fotografías deben ser recortadas tratando de eliminar espacios superfluos y montadas en cartulina blanca, separadas por 2-3 mm. cuando se disponen en grupos.

Las láminas originales no deberán tener más del doble del tamaño de impresión incluido el texto explicativo y deben ser proporcionales al espacio de la página (145 x 210 mm.). Se recomienda considerar las reducciones para los

efectos de obtener los números de las figuras de similar tamaño dentro del trabajo. En el reverso de las láminas originales anote el nombre del autor, título del trabajo y número de figuras.

En la copia impresa el autor indicará en forma clara y manuscrita la ubicación aproximada de las figuras. Al término del trabajo se agregarán en forma secuencial las explicaciones de cada una de las figuras.

Tablas

Las tablas se numerarán en orden correlativo con números romanos y llevarán un título descriptivo en la parte superior.

Reducir al mínimo el uso de tablas o cuadros complicados y difíciles de componer. Para separar una columna de otra en las tablas usar exclusivamente tabuladores. No se aceptarán trabajos que contengan tablas confeccionadas con espaciador.

Valor de la impresión

El valor de la publicación es de US$ 20.00 por página con láminas en blanco y negro y de US$ 35.00 por página con láminas en color.

El Director de la Revista considerará la exención total o parcial del valor de publicación para trabajos no originados en proyectos de investigación.

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

Volumen 50 Número 2 1993

CONTENIDO / CONTENTS



Deseamos establecer canje con revistas similares
Correspondencia, Biblioteca y Canje:

COMITE DE PUBLICACION
CASILLA 2407, APARTADO 10
CONCEPCION, CHILE

EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION